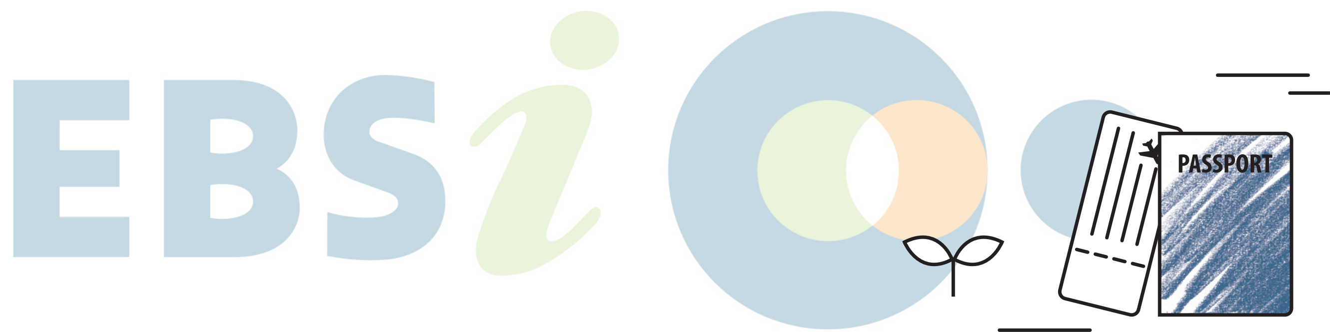


수능완성



화학Ⅱ

과학탐구영역



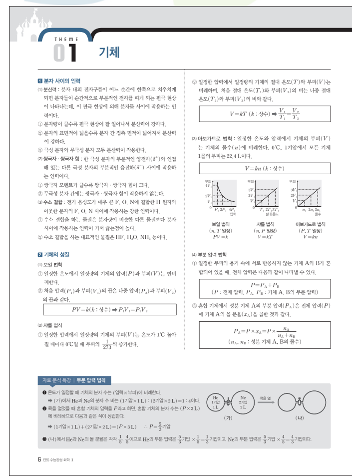
이 책의 **구성과 특징**

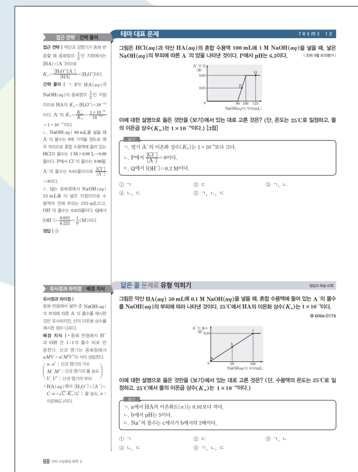
STRUCTURE

테 마 편

테마별 교과내용 정리

교과서의 주요 내용을 핵심만 일목요연하게 정리하고, 하단에 자료 분석 특강을 수록하여 심층적인 이해를 도모하였습니다.



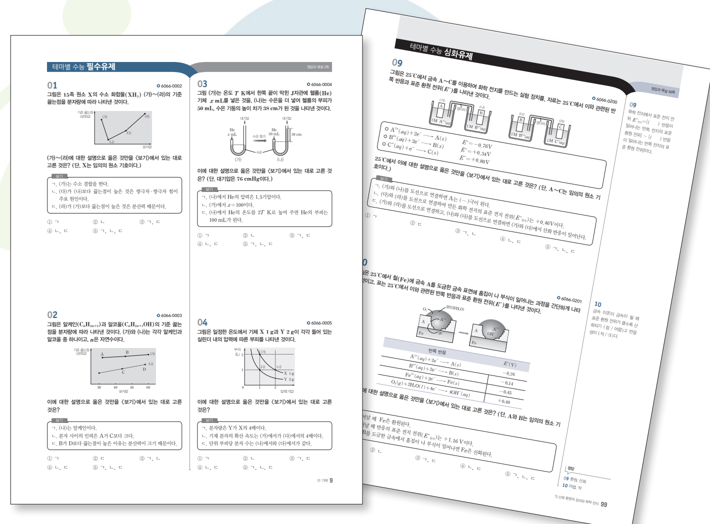


테마 대표문제

기출문제, 접근 전략, 간략 풀이를 통해 대표 유형을 익힐 수 있고, 함께 실린 닮은 꼴 문제를 스스로 풀며 유형에 대한 적응력을 기를 수 있습니다.

테마별 필수유제와 심화유제

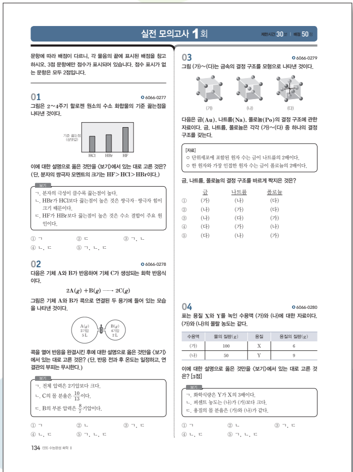
수능 출제 경향 분석에 근거하여 개발한 다양한 유형의 문제들을 수록하여 심화유제 코너에는 난이도 높은 문제들을 소개하였습니다.

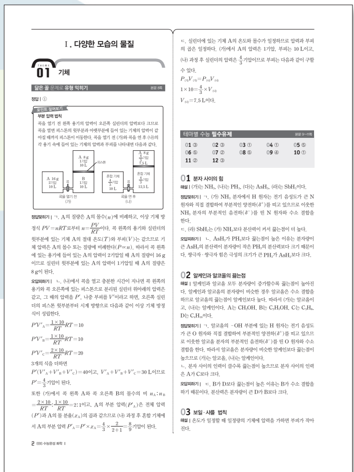


실전편

실전 모의고사 5회분

실제 대수능과 동일한 배점과 난이도의 모의고사를 풀어봄으로써 수능에 대비할 수 있도록 하였습니다.





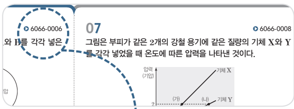
정답과 해설

정답의 도출 과정과 교과의 내용을 연결하여 설명하고, 오답을 찾아 분석함으로써 유사 문제 및 응용 문제에 대한 대비가 가능하도록 하였습니다.

문항별 해설 강의 검색 안내

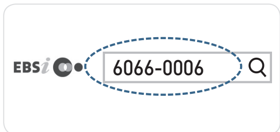
EBS에서 제공하고 있는 해설 강의를 문항 코드로 빠르게 확인할 수 있는 검색 서비스입니다.
문항 코드 서비스와 본 교재의 프로그램은 EBS*i* PC / 모바일 사이트 및 APP에서 더 자세한 내용을 확인할 수 있습니다.

❶ 교재에서
문항별 고유 코드를 교재에서 확인하세요.

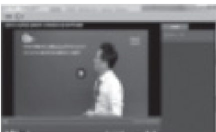


▶ 6066-0006

❷ PC/스마트폰에서
문항 코드를 검색창에 입력하세요.



❸ 강의 화면에서
해설 강의를 수강합니다.



이 책의 **차례**

CONTENTS

- EBS*i* 홈페이지(www.ebs*i*.co.kr)에 들어오셔서 회원으로 등록하세요.
- 본 방송 교재의 강의 프로그램은 EBS 인터넷 방송을 통해 다시 보실 수 있습니다.(VOD 무료 서비스 실시)
- 교재 및 강의 내용에 관한 문의는 EBS*i* 홈페이지(www.ebs*i*.co.kr)의 학습 Q&A 서비스를 활용하시기 바랍니다.

EBS 수능완성 **화학 Ⅱ**

테마편



THEME 01

기체

1 분자 사이의 인력

(1) **분산력** : 분자 내의 전자구름이 어느 순간에 한쪽으로 치우치게 되면 분자들이 순간적으로 부분적인 전하를 띠게 되는 편극 현상이 나타나는데, 이 편극 현상에 의해 분자들 사이에 작용하는 인력이다.

① 분자량이 클수록 편극 현상이 잘 일어나서 분산력이 강하다.

② 분자의 표면적이 넓을수록 분자 간 접촉 면적이 넓어져서 분산력이 강하다.

③ 극성 분자와 무극성 분자 모두 분산력이 작용한다.

(2) **쌍극자 · 쌍극자 힘** : 한 극성 분자의 부분적인 양전하(δ^+)와 인접해 있는 다른 극성 분자의 부분적인 음전하(δ^-) 사이에 작용하는 인력이다.

① 쌍극자 모멘트가 클수록 쌍극자 · 쌍극자 힘이 크다.

② 무극성 분자 간에는 쌍극자 · 쌍극자 힘이 작용하지 않는다.

(3) **수소 결합** : 전기 음성도가 매우 큰 F, O, N에 결합한 H 원자와 이웃한 분자의 F, O, N 사이에 작용하는 강한 인력이다.

① 수소 결합을 하는 물질은 분자량이 비슷한 다른 물질보다 분자 사이에 작용하는 인력이 커서 끓는점이 높다.

② 수소 결합을 하는 대표적인 물질은 HF, H_2O, NH_3 등이다.

2 기체의 성질

(1) **보일 법칙**

① 일정한 온도에서 일정량의 기체의 압력(P)과 부피(V)는 반비례한다.

② 처음 압력(P_1)과 부피(V_1)의 곱은 나중 압력(P_2)과 부피(V_2)의 곱과 같다.

$$PV=k(k : \text{상수}) \Rightarrow P_1V_1=P_2V_2$$

(2) **샤를 법칙**

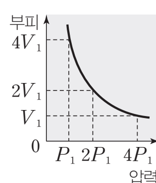
① 일정한 압력에서 일정량의 기체의 부피(V)는 온도가 1℃ 높아질 때마다 0℃일 때 부피의 $\frac{1}{273}$씩 증가한다.

② 일정한 압력에서 일정량의 기체의 절대 온도(T)와 부피(V)는 비례하며, 처음 절대 온도(T_1)와 부피(V_1)의 비는 나중 절대 온도(T_2)와 부피(V_2)의 비와 같다.

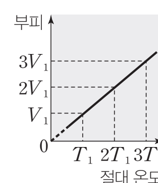
$$V=kT\ (k : \text{상수}) \Rightarrow \frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

(3) **아보가드로 법칙** : 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피(V)는 기체의 몰수(n)에 비례한다. 0℃, 1기압에서 모든 기체 1몰의 부피는 22.4 L이다.

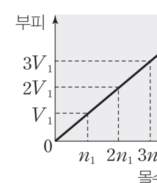
$$V=kn\ (k : \text{상수})$$



보일 법칙
(n, T 일정)
$PV=k$



샤를 법칙
(n, P 일정)
$V=kT$



아보가드로 법칙
(P, T 일정)
$V=kn$

(4) **부분 압력 법칙**

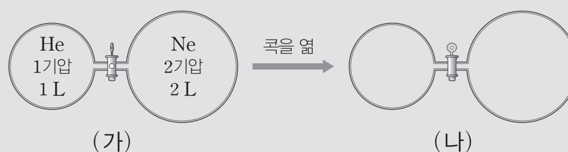
① 일정한 부피의 용기 속에 서로 반응하지 않는 기체 A와 B가 혼합되어 있을 때, 전체 압력은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P=P_A+P_B$$
(P : 전체 압력, P_A, P_B : 기체 A, B의 부분 압력)

② 혼합 기체에서 성분 기체 A의 부분 압력(P_A)은 전체 압력(P)에 기체 A의 몰 분율(x_A)을 곱한 것과 같다.

$$P_A=P\times x_A=P\times\frac{n_A}{n_A+n_B}$$
(n_A, n_B : 성분 기체 A, B의 몰수)

자료 분석 특강 | 부분 압력 법칙



❶ 온도가 일정할 때 기체의 분자 수는 (압력×부피)에 비례한다.
➡ (가)에서 He과 Ne의 분자 수 비는 (1기압×1 L) : (2기압×2 L)=1 : 4이다.

❷ 콕을 열었을 때 혼합 기체의 압력을 P라고 하면, 혼합 기체의 분자 수는 ($P\times3$ L)에 비례하므로 다음과 같은 식이 성립한다.
➡ (1기압×1 L)+(2기압×2 L)=($P\times3$ L) ∴ $P=\frac{5}{3}$기압

❸ (나)에서 He과 Ne의 몰 분율은 각각 $\frac{1}{5}$, $\frac{4}{5}$이므로 He의 부분 압력은 $\frac{5}{3}$기압 $\times\frac{1}{5}=\frac{1}{3}$기압이고, Ne의 부분 압력은 $\frac{5}{3}$기압 $\times\frac{4}{5}=\frac{4}{3}$기압이다.

3 이상 기체 방정식

(1) 이상 기체 방정식

① 기체의 부피(V), 압력(P), 절대 온도(T), 몰수(n)의 관계를 나타낸 식이다.

> $PV=nRT$ (R : 기체 상수)
>
> 보일 법칙 : $V \propto \frac{1}{P}$ (n, T 일정)
>
> 샤를 법칙 : $V \propto T$ (n, P 일정)
>
> 아보가드로 법칙 : $V \propto n$ (P, T 일정)

② 기체 상수(R) : 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L라는 것을 이용해서 구할 수 있다.

$$R=\frac{PV}{nT}=\frac{1\text{기압}\times 22.4\text{ L}}{1\text{몰}\times 273\text{ K}}=0.082\text{기압}\cdot\text{L/몰}\cdot\text{K}$$

③ 이상 기체 방정식의 변형 : 몰수(n)$=\frac{w}{M}$, 밀도(d)$=\frac{w}{V}$ (w : 질량, M : 분자량)를 이용한다.

> $PV=nRT$ ➡ $PV=\frac{w}{M}RT$ ➡ $PM=\frac{w}{V}RT$
>
> ➡ $PM=dRT$

(2) 이상 기체 : 이상 기체 방정식이 잘 맞는 가상의 기체이다. 이상 기체는 분자 자체의 부피가 없고 분자 사이에 인력이나 반발력이 작용하지 않으며, 분자 간 충돌이나 벽면과의 충돌로 인한 에너지 손실이 없다.

4 기체 분자의 운동

(1) 기체 분자 운동론

① 기체는 끊임없이 불규칙한 직선 운동을 한다.

② 기체 분자 사이에는 인력이나 반발력이 작용하지 않는다고 가정한다.

③ 기체 분자 자체의 부피는 기체가 차지하는 전체 부피에 비해 매우 작으므로 무시한다.

④ 기체 분자는 완전 탄성체로 가정하므로 분자 간의 충돌이나 벽면과의 충돌 후 에너지 손실이 없다.

⑤ 기체 분자의 평균 운동 에너지(E_k)는 절대 온도(T)에 비례한다. $E_k \propto T$

(2) 기체 분자 운동론과 기체의 성질

① 보일 법칙 : 일정한 온도에서 일정량의 기체가 담긴 실린더의 부피를 감소시키면, 기체 분자들이 실린더 벽면에 충돌하는 횟수가 증가하므로 기체의 압력이 커진다.

② 샤를 법칙 : 일정한 외부 압력에서 일정량의 기체가 담긴 실린더를 가열하면, 기체 분자의 운동 속력이 빨라져서 분자들이 실린더 벽면에 충돌하는 횟수가 증가하고 충돌 시 세기도 증가하므로 기체의 압력이 외부 압력과 같아질 때까지 부피가 증가한다.

③ 아보가드로 법칙 : 일정한 온도와 외부 압력에서 실린더에 기체를 더 넣으면, 실린더 벽면에 충돌하는 기체 분자 수가 많아지며 기체의 압력이 커지므로 기체의 압력이 외부 압력과 같아질 때까지 부피가 증가한다.

(3) 기체의 확산과 분출

① 확산과 분출 : 확산은 기체 또는 액체 분자가 스스로 분자 운동하여 다른 기체 또는 액체 속으로 퍼져 나가는 현상이고, 분출은 기체 분자들이 작은 구멍을 통해 진공으로 빠져 나가는 것처럼 다른 분자와의 충돌이 거의 없이 빈 공간으로 퍼져 나가는 현상이다.

② 그레이엄 법칙 : 일정한 온도와 압력에서 기체의 확산 속도 및 분출 속도는 기체 분자량의 제곱근 또는 기체 밀도의 제곱근에 반비례한다.

> $$\frac{v_B}{v_A}=\sqrt{\frac{M_A}{M_B}}=\sqrt{\frac{d_A}{d_B}}$$
> (v : 속도, M : 분자량, d : 밀도)

자료 분석 특강 | 이상 기체 방정식과 그래프

❶ 기체의 성질을 나타내는 그래프를 해석할 때에는 이상 기체 방정식을 활용한다.

➡ 그래프의 x축과 y축에 제시된 기체의 성질(압력(P), 부피(V), 몰수(n), 온도(T))을 활용하여 그래프에서의 면적(xy)과 기울기($\frac{y}{x}$)의 의미를 파악한다.

❷ 일정량(n)의 기체의 성질을 나타낸 그래프 (가)~(라)에서 a~d 지점을 지나는 기체의 압력(P)과 온도(T)는 다음과 같은 관계를 갖는다.

• 면적(xy)의 의미

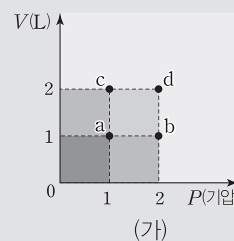
(가) : 면적(PV)$\propto T$, $T_a<T_b=T_c<T_d$

(나) : 면적($T\cdot\frac{P}{T}$)$=P$, $P_a<P_b=P_c<P_d$

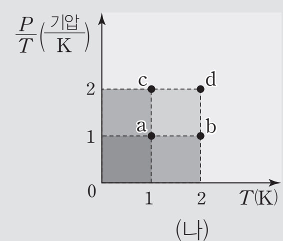
• 기울기($\frac{y}{x}$)의 의미

(다) : 기울기($\frac{V}{T}$)$\propto\frac{1}{P}$, $\frac{1}{P_b}<\frac{1}{P_a}=\frac{1}{P_d}<\frac{1}{P_c}$, $P_c<P_a=P_d<P_b$

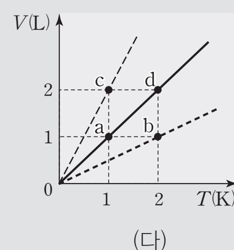
(라) : 기울기(PV)$\propto T$, $T_b<T_a=T_d<T_c$



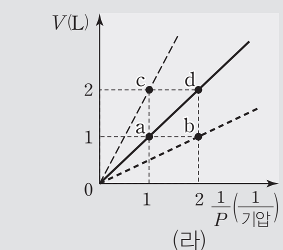
(가)



(나)



(다)



(라)

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 이상 기체 방정식으로부터 기체의 몰수 $n=\frac{PV}{RT}$이고, 분자량 $M=\frac{wRT}{PV}$이다. 또한 혼합 기체에서 성분 기체의 부분 압력은 전체 압력에 성분 기체의 몰 분율을 곱한 값과 같다.

간략 풀이 | ㄱ. (가)에서 기체 A와 B의 온도와 부피가 같으므로 분자량의 비 $M_A : M_B = \frac{w_A}{P_A} : \frac{w_B}{P_B} = \frac{2}{1} : \frac{1}{2} = 4:1$이다.

ㄴ. (나)에서 콕 a를 열고 충분한 시간이 지나면 피스톤으로 분리된 4곳의 압력은 P_1으로 같고, 나중 부피를 V'이라고 하면, 왼쪽 실린더의 피스톤 윗부분부터 시계 방향으로 다음과 같이 이상 기체 방정식이 성립한다.

$P_1V'_A = \frac{1\times10}{RT}RT$, $P_1V'_B = \frac{2\times10}{RT}RT$,

$P_1V'_C = \frac{2\times10}{RT}RT$, $P_1V'_D = \frac{1\times10}{RT}RT$

4개의 식을 더하면 $P_1(V'_A+V'_B+V'_C+V'_D)=60$이고, $V'_A+V'_B+V'_C+V'_D=40$ L이므로 $P_1=1.5$기압이 된다.

또한 (가)에서 피스톤 위쪽 A와 B의 몰수의 비 $n_A : n_B = \frac{1\times10}{RT} : \frac{2\times10}{RT} = 1:2$이므로 A의 부분 압력 $P'_A = 1.5\times\frac{1}{1+2} = 0.5$기압이다.

ㄷ. (다)에서 콕 b를 열어도 $P_2=P_1=1.5$기압이다. **정답 |** ③

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 성분 기체의 부분 압력을 구한다는 점은 유사하지만, 압력이 달라진 기체의 부피를 구한다는 점에서 차이가 있다.

배경 지식 |

• 이상 기체 방정식 : 기체의 부피(V), 압력(P), 절대 온도(T), 몰수(n)는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$PV=nRT=\frac{w}{M}RT$$

• 부분 압력 법칙 : 성분 기체 A의 부분 압력(P_A)은 전체 압력(P)에 A의 몰 분율(x_A)을 곱한 값과 같다.

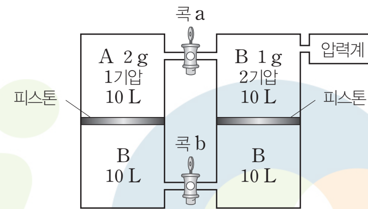
$$P_A = P\times x_A = P\times\frac{n_A}{n_A+n_B}$$

테마 대표 문제

다음은 서로 반응하지 않는 기체 A와 B의 혼합 실험이다. | 2016 대수능 |

[실험 과정 및 결과]

(가) 실린더에 A와 B를 넣고 충분한 시간이 흐른 후, 그림과 같은 상태에 도달하였다.



(나) 콕 a를 열고 충분한 시간이 흐른 후, 압력을 측정하였더니 P_1이었다.

(다) 콕 b를 열고 충분한 시간이 흐른 후, 압력을 측정하였더니 P_2이었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관과 압력계의 부피, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

보기

ㄱ. 분자량은 A가 B의 4배이다.
ㄴ. (나) 과정 후 혼합 기체에서 A의 부분 압력은 0.5기압이다.
ㄷ. $P_2 > P_1$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

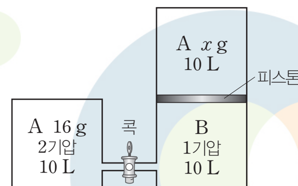
닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 2쪽

다음은 서로 반응하지 않는 기체 A와 B의 혼합 실험이다. 6066-0001

[실험 과정]

(가) 콕으로 연결된 용기와 실린더에 기체 A와 B를 넣고 충분한 시간이 지난 후, 그림과 같은 상태에 도달하였다.



(나) 콕을 열고 충분한 시간이 지났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.)

보기

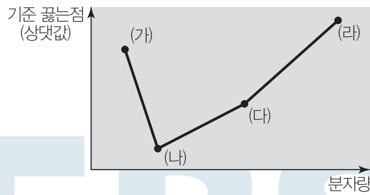
ㄱ. $x=8$이다.
ㄴ. (나) 과정 후 혼합 기체에서 A의 부분 압력은 1기압이다.
ㄷ. (나) 과정 후 실린더에서 피스톤 윗부분에 들어 있는 A의 부피는 8 L이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 6066-0002

그림은 15족 원소 X의 수소 화합물(XH_3) (가)~(라)의 기준 끓는점을 분자량에 따라 나타낸 것이다.



(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 임의의 원소 기호이다.)

보기

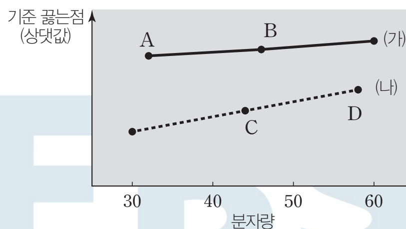
ㄱ. (가)는 수소 결합을 한다.
ㄴ. (다)가 (나)보다 끓는점이 높은 것은 쌍극자·쌍극자 힘이 주요 원인이다.
ㄷ. (라)가 (가)보다 끓는점이 높은 것은 분산력 때문이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 6066-0003

그림은 알케인(C_nH_{2n+2})과 알코올($C_nH_{2n+1}OH$)의 기준 끓는점을 분자량에 따라 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 알케인과 알코올 중 하나이고, n은 자연수이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

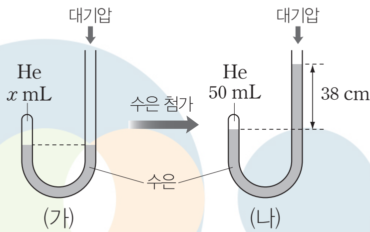
ㄱ. (나)는 알케인이다.
ㄴ. 분자 사이의 인력은 A가 C보다 크다.
ㄷ. B가 D보다 끓는점이 높은 이유는 분산력이 크기 때문이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 6066-0004

그림 (가)는 온도 T K에서 한쪽 끝이 막힌 J자관에 헬륨(He) 기체 x mL를 넣은 것을, (나)는 수은을 더 넣어 헬륨의 부피가 50 mL, 수은 기둥의 높이 차가 38 cm가 된 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 76 cmHg이다.)

보기

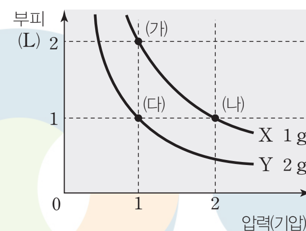
ㄱ. (나)에서 He의 압력은 1.5기압이다.
ㄴ. (가)에서 $x=100$이다.
ㄷ. (나)에서 He의 온도를 $2T$ K로 높여 주면 He의 부피는 100 mL가 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 6066-0005

그림은 일정한 온도에서 기체 X 1 g과 Y 2 g이 각각 들어 있는 실린더 내의 압력에 따른 부피를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 분자량은 Y가 X의 4배이다.
ㄴ. 기체 분자의 확산 속도는 (가)에서가 (다)에서의 4배이다.
ㄷ. 단위 부피당 분자 수는 (나)에서와 (다)에서가 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0006

그림은 밀폐된 용기 속에 같은 질량의 기체 A와 B를 각각 넣은 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

보기

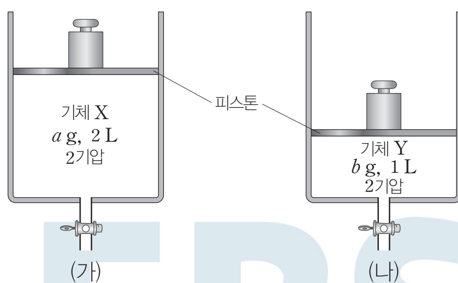
ㄱ. 기체 분자의 평균 운동 에너지는 B가 A의 2배이다.
ㄴ. 기체 분자 수는 B가 A의 2배이다.
ㄷ. 분자량은 A가 B의 2배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0007

그림 (가)와 (나)는 기체 X a g과 기체 Y b g이 2개의 동일한 실린더에 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



콕을 열었을 때 피스톤이 바닥에 닿을 때까지 걸린 시간이 X는 6초, Y는 12초 걸렸다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기

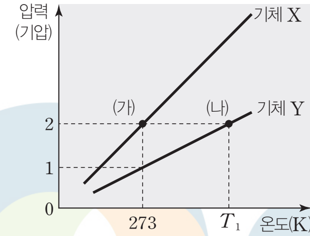
ㄱ. 분출 속도의 비는 X가 Y의 4배이다.
ㄴ. 분자량은 Y가 X의 16배이다.
ㄷ. b는 a의 8배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0008

그림은 부피가 같은 2개의 강철 용기에 같은 질량의 기체 X와 Y를 각각 넣었을 때 온도에 따른 압력을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은?

보기

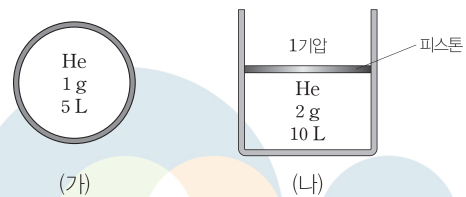
ㄱ. 분자량은 X가 Y의 2배이다.
ㄴ. T_1=546이다.
ㄷ. 분자 사이의 평균 거리는 (가)와 (나)가 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0009

그림 (가)와 (나)는 온도 T에서 강철 용기와 실린더에 헬륨(He) 기체를 각각 1 g과 2 g을 넣은 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

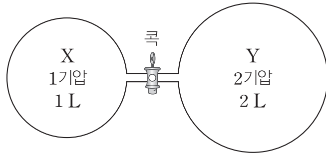
보기

ㄱ. (가)에서 He의 압력은 1기압이다.
ㄴ. (가)와 (나)에 네온(Ne) 기체를 각각 1 g씩 넣으면 He의 몰 분율은 (나)에서가 (가)에서보다 크다.
ㄷ. (가)와 (나)에 네온(Ne) 기체를 각각 1 g씩 넣으면 He의 부분 압력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 ▶ 6066-0010

그림은 2개의 용기 속에 기체 X와 Y가 각각 들어 있는 모습을 나타낸 것이다.



콕을 열고 충분한 시간이 지난 후에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, X와 Y는 반응하지 않으며, 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

ㄱ. 몰 분율은 Y가 X의 2배이다.

ㄴ. X의 부분 압력은 $\frac{1}{3}$기압이다.

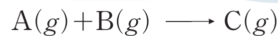
ㄷ. 전체 압력은 $\frac{5}{3}$기압이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 ▶ 6066-0011

다음은 일정한 온도에서 기체의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

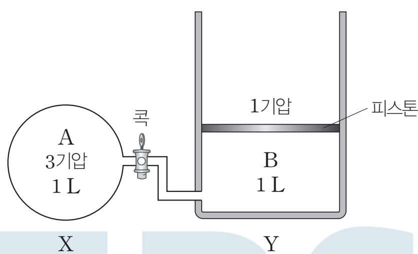
[화학 반응식]



$$A(g)+B(g) \longrightarrow C(g)$$

[실험]

(가) 그림과 같이 콕으로 연결된 용기 X와 실린더 Y에 기체 A와 B를 주입한다.



(나) 콕을 열어 1가지 기체가 완전히 소모될 때까지 반응시킨다.

(다) 1기압에 해당하는 추를 피스톤 위에 올려놓는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. (가)에서 A의 분자 수는 B의 3배이다.

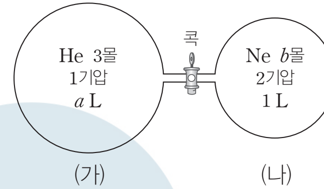
ㄴ. (나)에서 실린더 Y의 부피는 3 L가 된다.

ㄷ. (다)에서 A의 부분 압력은 1.5기압이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 ▶ 6066-0012

그림은 25°C에서 콕으로 연결된 용기 (가)와 (나)에 He과 Ne이 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



콕을 열고 충분한 시간이 지났을 때 용기 내 기체의 전체 압력이 $\frac{4}{3}$기압이 되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

ㄱ. a=3이다.

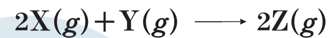
ㄴ. b=2이다.

ㄷ. 콕을 열어 놓은 후 Ne의 부분 압력은 $\frac{2}{3}$기압이 된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

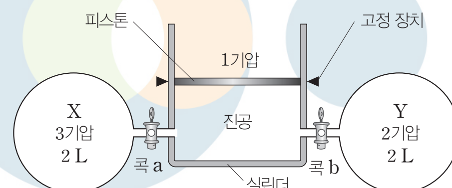
12 ▶ 6066-0013

다음은 기체 X와 Y가 반응하여 기체 Z가 생성되는 화학 반응식이다.



$$2X(g)+Y(g) \longrightarrow 2Z(g)$$

그림은 기체 X와 Y가 들어 있는 두 강철 용기가 실린더에 콕으로 각각 연결된 상태를 나타낸 것이다.



콕 a, b를 열어 반응이 완결된 후 고정 장치를 풀었다.
충분한 시간이 지난 후 실린더의 부피는 몇 L인가? (단, 반응 전과 후 온도는 같고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.)

① 1 L ② 2 L ③ 3 L ④ 4 L ⑤ 6 L

13
(1) F_2, Cl_2, Br_2의 끓는점을 비교하시오.
(2) HF, HCl, HBr의 끓는 점을 비교하시오.

13

▶ 6066-0014

그림은 2, 3주기 할로젠 원소 X에 대하여 할로젠(X_2)과 할로젠화 수소(HX)의 기준 끓는점을 주기에 따라 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 할로젠과 할로젠화 수소 중 하나이다.

기준 끓는점 (상댓값)
A
B (가)
D (나)
C
2
3
주기

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. 분자량은 A가 C보다 크다.
ㄴ. 쌍극자·쌍극자 힘은 D가 B보다 크다.
ㄷ. B가 C보다 끓는점이 높은 이유는 분산력 때문이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 ( )에 비례한다.

14

▶ 6066-0015

그림 (가)는 동일한 콕으로 연결된 실린더에 피스톤을 고정시키고 기체 A와 B를 넣은 모습을, (나)는 (가)의 고정 장치를 풀고 충분한 시간이 지났을 때의 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 분자량은 각각 4, 32이다.

고정 장치
피스톤
A
4 g
B
16 g
콕
콕
30 cm
30 cm
(가)
A
2기압
B
x cm
y cm
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기
ㄱ. $x=40$이다.
ㄴ. B의 압력은 (나)가 (가)의 1.5배이다.
ㄷ. (나)에서 양쪽 콕을 동시에 열었다가 닫으면 피스톤은 왼쪽으로 이동한 후 정지한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
13 (1) $Br_2>Cl_2>F_2$
(2) $HF>HBr>HCl$
14 몰수(분자 수)

15

6066-0016

다음은 일정한 온도에서 기체의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[실험]

(가) 그림과 같이 진공인 용기 A와 B가 동일한 콕으로 연결된 실린더에 기체 X와 Y를 각각 2기압이 되도록 주입하였다.

(나) 양쪽 콕을 동시에 열었다가 닫았더니 용기 A와 B의 압력이 같았다.

(다) 양쪽 콕을 열고 충분한 시간 동안 놓아두었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. 분자량은 Y가 X의 4배이다.

ㄴ. (다)에서 실린더에 들어 있는 X의 부피는 1.5 L가 된다.

ㄷ. (다)에서 용기 B의 압력은 $\frac{4}{3}$기압이 된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

6066-0017

다음은 뷰테인(C_4H_{10}) 기체의 분자량을 구하기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) C_4H_{10}이 들어 있는 가스통의 질량(w_1 g)을 측정한다.

(나) C_4H_{10}을 일정 부피만큼 눈금 실린더에 포집한 후, 가스통의 질량(w_2 g)을 측정한다.

(다) 그림 Ⅰ과 같이 눈금 실린더를 수직으로 세워 기체의 부피(V_1 L)를 측정한 후, 그림 Ⅱ와 같이 눈금 실린더 안과 밖의 수면 높이를 같게 하여 기체의 부피(V_2 L)를 측정한다.

(라) 수조 속 물의 온도(T_1 K)를 측정하고, 그 온도에서의 수증기압(P_w기압)을 조사한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (라)에서 실린더 내부 기체의 온도는 물의 온도와 같고, 대기압은 1기압, 기체 상수는 R 기압 · L/몰 · K이며, C_4H_{10}은 물에 용해되지 않는다.)

보기

ㄱ. V_2는 V_1보다 크다.

ㄴ. 눈금 실린더 내 C_4H_{10}의 몰 분율은 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 크다.

ㄷ. 이 실험으로 구한 C_4H_{10}의 분자량은 $\frac{(w_1-w_2)RT_1}{(1-P_w)V_2}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15
온도가 일정할 때 기체의 압력은 (   )에 반비례하고, (   )에 비례한다.

16
기체의 분자량은 온도, 압력, 부피, (   )을 측정하여 구할 수 있다.

정답

15 부피, 몰수(분자 수)

16 질량

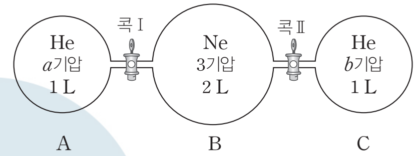
17
혼합 기체에서 각 성분 기체의 몰수를 전체 몰수로 나눈 값을 그 기체의 (   )이라고 한다.

17

6066-0018

다음은 헬륨(He)과 네온(Ne) 기체의 부분 압력을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]
(가) 그림과 같이 용기 A~C에 He과 Ne을 넣는다.
(나) 콕 Ⅰ을 열고 충분한 시간이 흐른 후, 콕 Ⅰ을 닫고 용기 B에서 He의 몰 분율을 구한다.
(다) 콕 Ⅱ를 열고 충분한 시간이 흐른 후, 콕 Ⅱ를 닫고 용기 B에서 He의 몰 분율을 구한다.



[실험 결과]

실험 과정	용기 B에서 He의 몰 분율
(나)	$\frac{1}{2}$
(다)	$\frac{11}{15}$

(다)에서 용기 B에 들어 있는 He과 Ne의 부분 압력으로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.)

	He의 부분 압력(기압)	Ne의 부분 압력(기압)
①	2	2
②	2	3.5
③	3.5	2.5
④	$\frac{11}{3}$	$\frac{2}{3}$
⑤	$\frac{11}{3}$	$\frac{4}{3}$

18
혼합 기체에서 각 성분 기체의 부분 압력은 전체 압력에 그 성분 기체의 (   )을 곱한 값과 같다.

18

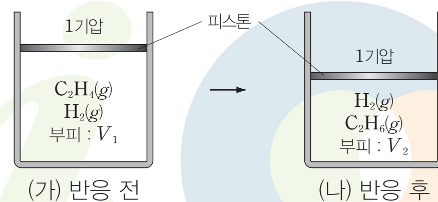
6066-0019

다음은 에텐(C_2H_4)이 수소(H_2)와 반응하여 에테인(C_2H_6)이 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



$$C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$$

그림 (가)와 (나)는 반응 전과 후에 실린더에 존재하는 물질을 나타낸 것이다. 반응 후 H_2의 부분 압력은 $\frac{2}{3}$기압이었다.



(가) 반응 전 (나) 반응 후

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응 전과 후 온도는 같고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

보기
ㄱ. (가)에서 H_2의 부분 압력은 $\frac{3}{4}$기압이다.
ㄴ. (나)에서 C_2H_6의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$이다.
ㄷ. $V_1 : V_2 = 4 : 3$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
17 몰 분율
18 몰 분율



THEME 02

액체와 고체

1 액체

(1) 액체의 일반적 특징

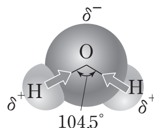
① 기체에 비해 분자 간 거리가 매우 가깝고 분자 사이에 작용하는 인력이 훨씬 크다.

② 분자 사이의 거리가 매우 가까워 액체의 부피는 같은 질량의 기체보다 훨씬 작고 온도나 압력에 의해 부피가 거의 변하지 않는다.

③ 고체에 비해 분자 간 인력이 약하므로 비교적 움직임이 자유로워 유동성이 있다.

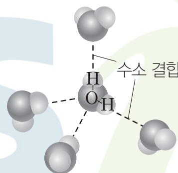
(2) 물의 분자 구조와 극성

① 물 분자는 2개의 수소 원자와 1개의 산소 원자가 공유 결합을 하고 있으며, 결합각이 104.5°인 굽은 형 구조이다.



② 물은 굽은 형 구조이기 때문에 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다. 물 분자에서 전기 음성도가 큰 산소 원자 쪽으로 공유 전자쌍이 치우치기 때문에 산소 원자가 부분적인 음전하(δ^-), 수소 원자가 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

(3) 물의 수소 결합 : 물 분자의 수소 원자와 다른 물 분자의 산소 원자는 수소 결합을 할 수 있다. 수소 결합을 하는 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 분자 사이의 인력이 크므로 다음과 같은 성질을 가진다.



① 녹는점과 끓는점 : 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 녹는점과 끓는점이 높다.

② 비열 : 물질 1 g을 1℃ 높이는 데 필요한 열량을 비열이라고 한다. 같은 열량으로 가열할 때 비열이 큰 물질은 온도 변화가 작고 비열이 작은 물질은 온도 변화가 크다. 물은 다른 물질에 비해 비열이 크다(4.2 J/g·℃).

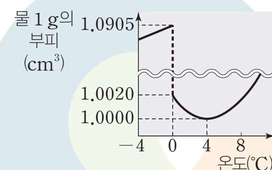
예 생물체 내의 물은 일정한 체온을 유지하는 데 도움이 된다.

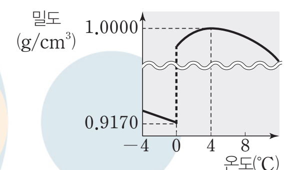
③ 융해열과 기화열 : 물질이 고체에서 액체로 상변화하는 데 필요한 열을 융해열, 액체에서 기체로 상변화하는 데 필요한 열을 기화열이라고 한다. 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 융해열과 기화열이 크다.

④ 표면 장력 : 액체가 표면적을 최소화하려는 힘을 표면 장력이라고 한다. 분자 사이의 인력이 클수록 표면 장력이 크고, 표면 장력이 클수록 액체 방울의 모양은 구형에 가까워진다. 물은 다른 물질에 비해 표면 장력이 크다.

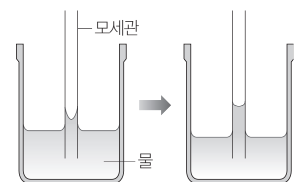
⑤ 밀도와 부피 변화 : 물이 얼음으로 상변화할 때 굽은 형의 물 분자가 수소 결합에 의해 서로 맞물리므로, 얼음은 육각형 고리 형태의 독특한 배열을 한다. 이때 육각형 고리 안쪽에 빈 공간이 생기기 때문에 얼음의 밀도가 물의 밀도보다 작다.

- 0℃ 이하, 4℃ 이상의 온도 구간에서 얼음이나 물의 온도를 높이면 분자의 운동이 활발해지기 때문에 부피가 증가하여 밀도가 감소한다.
- 0℃에서 얼음이 녹아 물이 되면 수소 결합 수가 감소하여 육각 고리 모양이 깨지기 때문에 부피가 감소하여 밀도가 증가한다.
- 0~4℃ 구간에서 온도를 높이면 분자 운동에 의한 부피 증가보다 육각 고리 모양이 깨지면서 부피가 감소하는 영향이 더 크기 때문에 부피는 감소하고 밀도는 증가한다.





⑥ 모세관 현상 : 유리로 만든 모세관을 물에 넣으면, 물과 유리의 부착력 때문에 물이 모세관 안쪽의 양 옆으로 올라간다. 물은 응집력이 크기 때문에 이 과정에서 모세관 안쪽의 중앙으로도 올라가고, 이 과정이 반복되면 물은 점차 모세관 속으로 올라간다. 이와 같이 부착력과 응집력이 작용하면서 액체가 미세한 틈 사이로 이동하는 현상을 모세관 현상이라고 한다.



예 • 수건의 아래쪽만 물에 닿아 있어도 위쪽까지 젖는다.
• 식물의 뿌리에서 흡수된 물이 식물 전체로 이동한다.

자료 분석 특강 | 물의 표면 장력



❶ 표면 장력이 클수록 표면적이 작아지므로 액체 방울의 모양은 구형에 가까워진다. (가) ~ (다)에서 구형에 가까운 액체 방울은 (가) > (나) > (다)이므로 표면 장력의 크기는 (가) > (나) > (다)이다.

❷ (가)와 (나)를 비교하면 25℃ 물보다 50℃ 물의 표면 장력이 작다는 것을 알 수 있다.
➡ 액체의 온도가 높아지면 분자의 운동 에너지가 증가하고, 액체 분자 사이의 인력이 감소하여 표면 장력이 작아진다.

❸ (가)와 (다)를 비교하면 25℃의 같은 온도에서 비눗물이 물보다 표면 장력이 작다는 것을 알 수 있다. ➡ 비누는 물 분자 사이의 인력을 감소시켜 비눗물의 표면 장력이 물의 표면 장력보다 작다.

2 고체

(1) 고체의 일반적인 특징

① 액체와 마찬가지로 온도나 압력에 의해 부피가 거의 변하지 않는다.

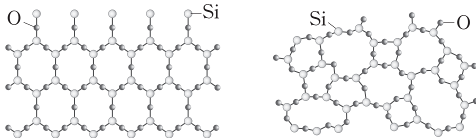
② 입자 사이에 작용하는 인력이 액체 상태보다 크다.

③ 액체와는 달리 입자들이 고정된 위치에서 진동 운동만 하여 유동성이 없고 일정한 모양을 가진다.

(2) 입자 배열에 따른 고체의 분류

① 결정성 고체 : 고체를 구성하는 입자의 배열이 규칙적이고 녹는점이 일정하다. 예 드라이아이스, 석영, 염화 나트륨, 나트륨 등

② 비결정성 고체 : 고체를 구성하는 입자의 배열이 불규칙적이고 녹는점이 일정하지 않다. 예 유리, 엿, 고무 등



결정성 고체(석영)　비결정성 고체(유리)

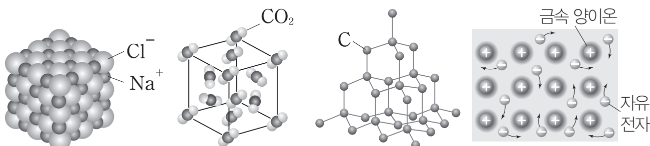
(3) 결합의 종류에 따른 고체 결정의 분류

① 이온 결정 : 양이온과 음이온 사이의 이온 결합에 의해 이루어진 결정이다.
예 염화 나트륨(NaCl), 염화 세슘(CsCl) 등

② 분자 결정 : 분자 간의 인력에 의해 이루어진 결정이다.
예 얼음(H_2O), 드라이아이스(CO_2) 등

③ 원자(공유) 결정 : 원자들의 공유 결합에 의해 이루어진 결정이다.
예 다이아몬드(C), 흑연(C), 석영(SiO_2) 등

④ 금속 결정 : 금속의 양이온과 자유 전자 사이의 금속 결합에 의해 이루어진 결정이다.
예 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 등



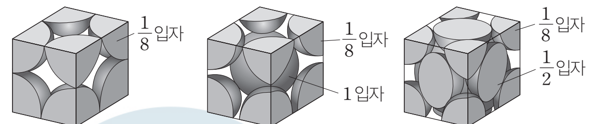
염화 나트륨(NaCl)　드라이아이스(CO_2)　다이아몬드(C)　나트륨(Na)

(4) 고체의 결정 구조 : 결정에서 규칙적인 배열이 반복되는 기본 단위를 단위세포(단위격자)라고 한다. 정육면체 모양의 단위세포를 가지는 금속 결정의 격자 구조는 다음과 같다.

① 단순입방격자 구조 : 정육면체의 8개의 꼭짓점에 입자가 배열된 구조이다. 단위세포에 존재하는 입자 수는 $8\times\frac{1}{8}=1$(개)이다.
예 폴로늄(Po) 등

② 체심입방격자 구조 : 정육면체의 8개의 꼭짓점과 단위세포 중심에 1개의 입자가 배열된 구조이다. 단위세포에 존재하는 입자 수는 $1+8\times\frac{1}{8}=2$(개)이다.
예 리튬(Li), 나트륨(Na) 등

③ 면심입방격자 구조 : 정육면체의 8개의 꼭짓점과 단위세포 6개 면의 중심에 입자가 배열된 구조이다. 단위세포에 존재하는 입자 수는 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$(개)이다.
예 구리(Cu), 알루미늄(Al) 등



단순입방격자 구조의 단위세포　체심입방격자 구조의 단위세포　면심입방격자 구조의 단위세포

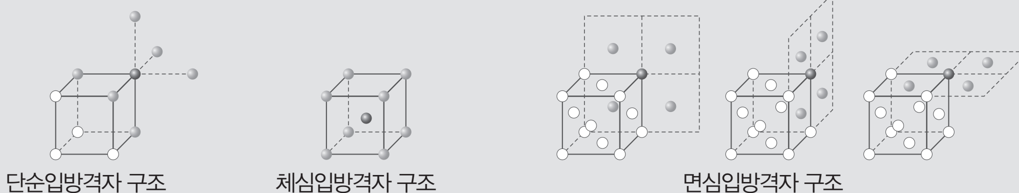
3 기체, 액체, 고체 사이의 상변화

상이란 주어진 온도와 압력에서 물질이 가지는 상태로 고체, 액체, 기체가 이에 해당된다. 온도와 압력을 변화시키면 물질의 상을 변화시킬 수 있다.

(1) 온도에 따른 상변화 : 일정한 압력에서 물질의 온도를 변화시키면 고체, 액체, 기체의 상변화가 일어난다. 상변화가 일어나는 동안에는 물질의 온도가 일정하다.

(2) 압력에 따른 상변화 : 일정한 온도에서 물질의 압력을 변화시키면 고체, 액체, 기체의 상변화가 일어난다. 압력을 높이면 밀도가 커지는 방향으로 상변화가 일어난다. 물의 밀도는 액체 상태일 때가 고체 상태일 때보다 크므로 압력을 높였을 때 고체 → 액체의 상변화가 일어난다.

자료 분석 특강 | 고체의 결정 구조에서 입자를 둘러싸고 있는 가장 가까운 입자의 수


단순입방격자 구조　체심입방격자 구조　면심입방격자 구조

각각의 결정 구조에서 한 입자(●)를 둘러싸고 있는 가장 가까운 입자(●)의 수는 다음과 같다.

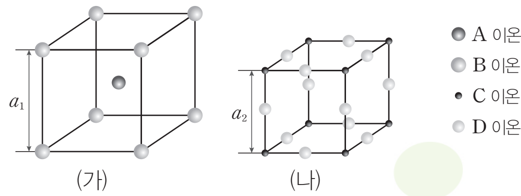
❶ 단순입방격자 구조는 6개이다. ➡ 한 입자(●)의 x, y, z축으로 각각 2개의 입자(●)가 둘러싸고 있다.

❷ 체심입방격자 구조는 8개이다. ➡ 단위세포 중심에 위치한 입자(●)를 꼭짓점에 위치한 8개의 입자(●)가 둘러싸고 있다.

❸ 면심입방격자 구조는 12개이다. ➡ 한 입자(●)의 xy, yz, zx 평면으로 각각 4개의 입자(●)가 둘러싸고 있다.

테마 대표 문제 THEME 02

그림은 2가지 화합물의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 단위세포는 한 변의 길이가 각각 a_1과 a_2인 정육면체이다. | 2016 대수능 |



$\frac{\text{(나)의 단위세포에 포함된 이온 수}}{\text{(가)의 단위세포에 포함된 이온 수}}$는? (단 A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

① $\frac{1}{2}$ ② 1 ③ $\frac{3}{2}$
④ 2 ⑤ $\frac{5}{2}$

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 고체의 결정 구조에서 단위세포에 포함된 입자 수를 계산할 수 있어야 한다.

간략 풀이 | 단위세포에서 중심에 있는 입자 수는 1개, 면의 중심에 있는 입자 수는 $\frac{1}{2}$개, 모서리의 중심에 있는 입자 수는 $\frac{1}{4}$개, 꼭짓점에 있는 입자 수는 $\frac{1}{8}$개이다.

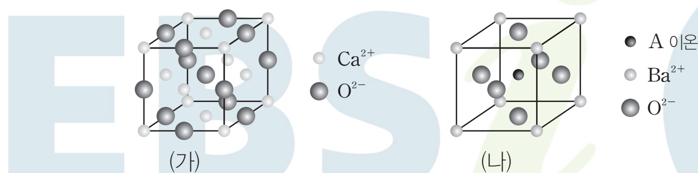
(가)에서 단위세포에 포함된 A 이온 수는 1개, B 이온 수는 $8\times\frac{1}{8}=1$개이므로 (가)의 단위세포에 포함된 이온 수는 2개이다. (나)에서 단위세포에 포함된 C 이온 수는 $8\times\frac{1}{8}=1$개, D 이온 수는 $12\times\frac{1}{4}=3$개이므로 (나)의 단위세포에 포함된 이온 수는 4개이다. 따라서 $\frac{\text{(나)의 단위세포에 포함된 이온 수}}{\text{(가)의 단위세포에 포함된 이온 수}}=\frac{4}{2}=2$이다.

정답 | ④

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 7쪽

그림 (가)와 (나)는 금속 산화물의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다. ▶ 6066-0020



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. (가)와 (나)에서 단위세포에 포함된 O^{2-}의 수는 같다.
ㄴ. A 이온의 전하는 +2이다.
ㄷ. 단위세포에 포함된 전체 이온의 수는 (가):(나)=8:5이다.

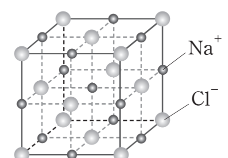
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 단위세포에 포함된 입자 수를 묻는 것은 유사하지만, 화합물의 결정 구조가 다르다.

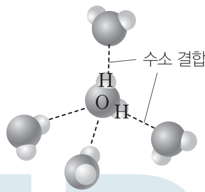
배경 지식 | • 단위세포에서 중심에 있는 입자 수는 1개, 면의 중심에 있는 입자 수는 $\frac{1}{2}$개, 모서리의 중심에 있는 입자 수는 $\frac{1}{4}$개, 꼭짓점에 있는 입자 수는 $\frac{1}{8}$개이다.

• NaCl의 결정 구조에서 단위세포에 포함된 Na^+과 Cl^-의 수는 각각 4개이다.



01
6066-0021

그림은 물 분자 사이의 수소 결합을 나타낸 것이다.



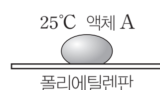
물 분자 사이의 수소 결합과 관련된 내용으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 더운 여름날 땀을 흘려 체온을 조절한다.
② 바위틈에 들어간 물이 얼면 바위가 깨진다.
③ 물에 얼음을 넣으면 얼음이 물에 뜬다.
④ 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 끓는점이 높다.
⑤ 바닷물에는 염화 나트륨을 포함한 다양한 염류가 녹아 있다.

02
6066-0022

표는 액체 A와 B의 온도에 따른 표면 장력을, 그림은 폴리에틸렌판 위에 25°C의 액체 A 1방울을 떨어뜨렸을 때 액체 방울의 모양을 나타낸 것이다.

액체	표면 장력(mN/m)		
	10°C	25°C	50°C
A	74	72	68
B	23	22	20



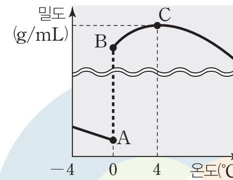
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 액체 1방울의 부피는 모두 같다.)

보기
ㄱ. 온도가 높을수록 액체 A와 B 모두 분자 사이의 인력이 감소한다.
ㄴ. 25°C의 액체 A 대신 50°C의 액체 A를 1방울 떨어뜨리면 액체 방울이 구형에 더 가까워진다.
ㄷ. 25°C의 액체 A 대신 10°C의 액체 B를 1방울 떨어뜨리면 액체 방울의 표면적이 커진다.

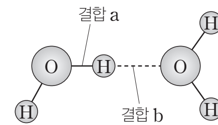
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03
6066-0023

그림 (가)는 온도에 따른 H_2O의 밀도를, (나)는 H_2O 분자의 결합 모형을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A에서 B로 변할 때 결합 a가 끊어진다.
ㄴ. H_2O 분자 1개당 결합 b의 평균 개수는 A<C이다.
ㄷ. H_2O 분자 사이의 평균 거리는 A>B>C이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04
6066-0024

표는 1기압에서 아세트산에 대한 자료이다.

녹는점(°C)	17	
끓는점(°C)	118	
17°C에서의 밀도(g/mL)	고체	1.27
	액체	1.05
비열(J/g·°C)	기체	1.06
	액체	2.05

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

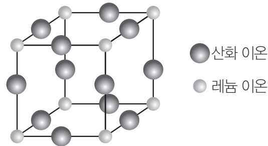
보기
ㄱ. 아세트산은 110°C에서 액체 상태이다.
ㄴ. 아세트산이 얼면 부피가 증가한다.
ㄷ. 일정량의 아세트산을 동일한 열원으로 일정 시간 동안 가열할 때 온도 변화는 기체가 액체보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0025

그림은 레늄(Re) 산화물의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 단위세포에 포함된 산화 이온의 수는 3개이다.
ㄴ. 단위세포에 포함된 레늄 이온의 수는 1개이다.
ㄷ. 레늄 이온 1개와 가장 인접한 산화 이온의 수는 6개이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

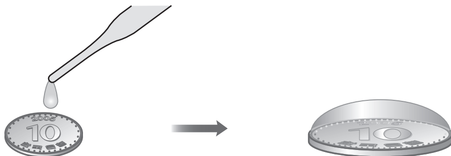
06

6066-0026

다음은 20°C에서 액체의 종류에 따른 표면 장력을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 동전 위에 스포이트로 물을 조심스럽게 떨어뜨려 액체가 넘치기 직전까지 떨어뜨린 방울 수를 센다.



(나) 물 대신 에탄올을 이용하여 과정 (가)를 반복한다.

[실험 결과]

액체의 종류	물	에탄올
넘치기 직전까지 떨어뜨린 액체 방울 수	30	23

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 액체 1방울의 부피는 모두 같다.)

보기

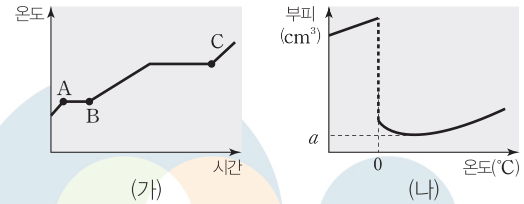
ㄱ. 표면 장력은 물이 에탄올보다 크다.
ㄴ. (가)에서 물 대신 물과 에탄올을 섞은 용액을 사용하면 동전에 떨어뜨린 최대 액체 방울 수는 감소한다.
ㄷ. 플라스틱판 위에 물과 에탄올을 각각 1방울씩 떨어뜨리면 물이 에탄올보다 넓게 퍼진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0027

그림 (가)는 얼음 10 g을 1기압에서 일정한 열원으로 가열할 때 시간에 따른 온도를, (나)는 H_2O 1 g의 부피를 온도에 따라 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

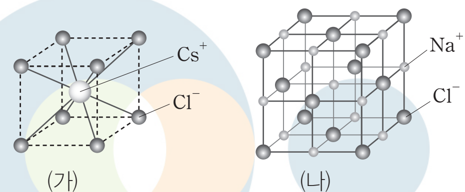
ㄱ. A에서 B로 변할 때 부피가 감소한다.
ㄴ. B에서 부피는 $10a$ cm^3이다.
ㄷ. (가)의 A~C 중에서 분자 사이의 인력은 C가 가장 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0028

그림 (가)와 (나)는 염화 세슘(CsCl)과 염화 나트륨(NaCl)의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 Cl^-에 가장 인접한 Cs^+의 수는 8개이다.
ㄴ. (나)에서 Cl^-은 면심입방격자 구조를 형성한다.
ㄷ. 단위세포에 포함된 Cl^-의 수는 (나)가 (가)의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 6066-0029

표는 4가지 액체에 대한 자료이다.

물질	분자식	분자량	비열(J/g·℃)	기화열(kJ/g)
(가)	H_2O	18	4.2	2.26
(나)	C_2H_5OH	46	2.44	0.93
(다)	$HOCH_2CH_2OH$	62	2.39	0.81
(라)	C_6H_6	78	1.05	0.43

(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 분자 사이에 수소 결합을 하는 물질은 3가지이다.

ㄴ. 끓는점에서 1 g의 액체를 기체로 상태 변화시키기 위해 필요한 열량은 (라)가 가장 작다.

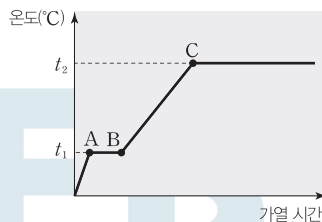
ㄷ. 액체 1몰을 동일한 열원으로 같은 시간 동안 가열할 때 온도 변화가 가장 작은 물질은 (가)이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶ 6066-0030

그림은 얼음 10 g을 일정한 열원으로 가열할 때 시간에 따른 온도를 나타낸 것이다.



얼음 10 g 대신 얼음 20 g을 가열하였을 때의 그래프의 변화에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. AB 구간의 길이가 2배가 된다.

ㄴ. t_1과 t_2의 차이가 커진다.

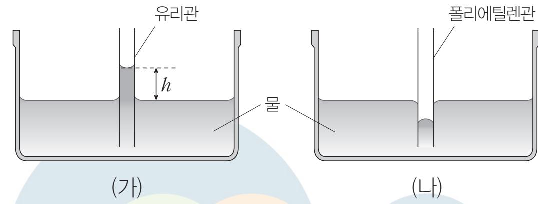
ㄷ. BC의 기울기는 변하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 6066-0031

그림 (가)와 (나)는 물이 담긴 용기에 가는 유리관과 폴리에틸렌관을 각각 넣은 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 물의 응집력은 물과 유리관 사이의 부착력보다 크다.

ㄴ. (나)에서 물의 응집력은 물과 폴리에틸렌관 사이의 부착력보다 크다.

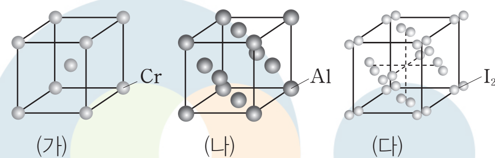
ㄷ. (가)에서 안지름이 더 큰 유리관을 사용하면 h는 커진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 6066-0032

그림 (가)~(다)는 3가지 고체의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 단위세포에 포함된 입자 수는 Al이 Cr의 2배이다.

ㄴ. 1개의 원자에 가장 인접한 원자의 수는 (나)가 (가)의 1.5배이다.

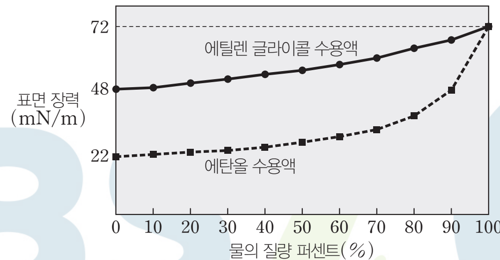
ㄷ. (나)와 (다)는 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6066-0033

그림은 25°C에서 에틸렌 글라이콜 수용액과 에탄올 수용액의 표면 장력을 물의 질량 퍼센트(%)에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 25°C에서 물의 표면 장력은 72 mN/m이다.
ㄴ. 25°C에서 표면 장력은 에틸렌 글라이콜이 에탄올보다 크다.
ㄷ. 물에 에탄올을 첨가할수록 수용액의 표면 장력은 증가한다.

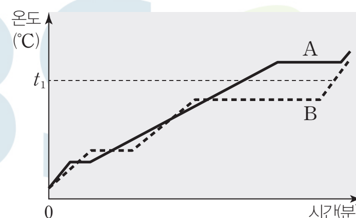
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
물은 분자 사이에 (　　　) 결합을 하므로 분자량이 비슷한 다른 분자에 비해 표면 장력이 (　　　)다.

14

6066-0034

그림은 같은 질량의 고체 물질 A와 B를 동일한 열원으로 가열할 때 시간에 따른 온도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 1 g당 융해열과 기화열은 B가 A보다 모두 크다.
ㄴ. t_1°C에서 분자 사이의 인력은 A가 B보다 크다.
ㄷ. 고체와 액체 상태에서 비열은 A가 B보다 모두 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
질량이 같을 때 가열 곡선에서 비열이 (작은 / 큰) 물질일수록 온도를 높이는 데 많은 열량이 필요하다.

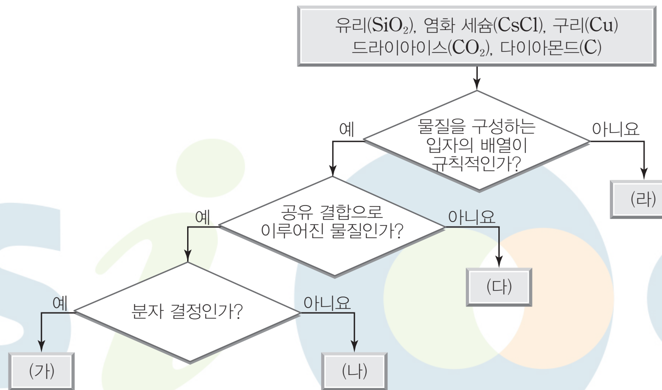
정답
13 수소, 크
14 큰

15
( ) 고체는 입자 간 인력이 일정하므로 녹는점이 일정하고, ( ) 고체는 입자 간 인력이 일정하지 않으므로 녹는점이 일정하지 않다.

15

▶ 6066-0035

그림은 5가지 고체 물질을 주어진 기준에 따라 분류하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① (가)는 25℃, 1기압에서 승화성을 갖는다.
② (나)는 힘을 가하면 부서지기 쉽다.
③ (다)에 해당하는 물질은 2가지이다.
④ (다)에 해당하는 물질은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
⑤ (라)는 녹는점이 일정하지 않다.

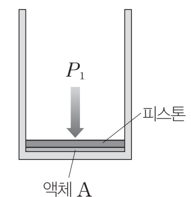
16
일정한 압력에서 액체를 가열할 때 온도가 일정하게 유지되면서 부피가 갑자기 증가할 때의 온도는 ( )이다.

16

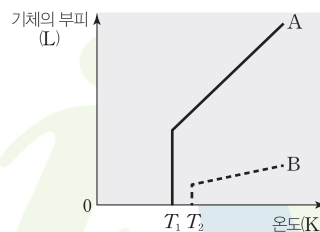
▶ 6066-0036

다음은 액체 A와 B를 이용한 실험이다.

[실험 과정]
(가) 그림과 같이 소량의 액체 A를 실린더에 넣고 액체에 가한 압력을 P_1으로 유지한다.
(나) 액체를 가열하면서 온도에 따른 기체 A의 부피를 측정한다.
(다) 같은 질량의 액체 B를 이용하여 압력 P_1에서 과정 (가)와 (나)를 반복한다.



[실험 결과]
○ 액체 A는 T_1에서, 액체 B는 T_2에서 부피가 급격히 증가하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

보기
ㄱ. 분자량은 A가 B보다 크다.
ㄴ. 액체 분자 사이의 인력은 B가 A보다 크다.
ㄷ. (가)에서 압력을 $2P_1$으로 유지하면서 액체 A를 가열하면 부피가 급격히 증가하는 온도는 T_1보다 높아진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
15 결정성, 비결정성
16 끓는점



THEME 03

용해와 용액

1 용해와 용액

(1) 용해

① 용해 : 용매와 용질이 균일하게 섞이는 현상이다.

② 용질 : 용해 과정에서 녹는 물질이다. 예 소금물의 소금

③ 용매 : 용해 과정에서 녹이는 물질이다. 예 소금물의 물

④ 용액 : 용질과 용매가 균일하게 섞여 있는 물질이다. 예 소금물

(2) 물질의 상태와 용액

① 용질과 용매의 상태는 고체, 액체, 기체 모두 가능하다.

② 기체 또는 고체가 액체에 녹은 경우 액체가 용매이다.

③ 액체가 액체에 녹은 경우 양이 많은 쪽이 용매이다.

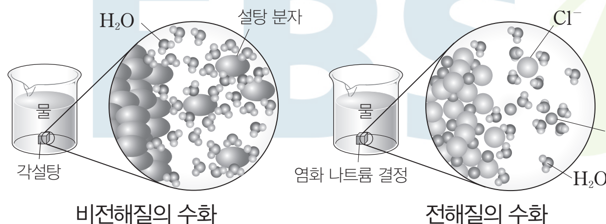
④ 수용액은 용매가 물인 용액이다.

2 용해의 원리

(1) 용매화 : 용질이 용매 입자로 둘러싸여 안정화되는 현상으로, 특히 용매가 물인 경우를 수화라고 한다.

① 비전해질의 용해 : 용질이 분자 상태로 용매화된다.

② 전해질의 용해 : 용질이 이온 상태로 용매화된다.



비전해질의 수화　　　전해질의 수화

(2) 용해의 원리

① 용해는 용매와 용질 간의 인력이 용질과 용질 간의 인력 및 용매와 용매 간의 인력보다 더 크거나 비슷할 때 잘 일어난다.

② 대부분의 이온 결합 물질이나 극성 물질은 극성 용매에 잘 녹는다.
예 염화 나트륨(NaCl), 암모니아(NH_3) 등은 물에 잘 녹는다.

③ 무극성 물질은 무극성 용매에 잘 녹는다.
예 브로민(Br_2), 아이오딘(I_2) 등은 물보다 사염화 탄소(CCl_4)에 잘 녹는다.

(3) 용해도 : 어떤 온도에서 일정한 양의 용매에 녹여서 포화 용액을 만들 수 있는 용질의 양으로, 일반적으로 용매 100 g당 최대로 녹을 수 있는 용질의 질량(g)으로 나타낸다.

3 용액의 농도

(1) 퍼센트 농도(%) : 용액 100 g 속에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 나타낸 농도이다.

$$\text{퍼센트 농도 (\%)} = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100 = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{(용매+용질)의 질량(g)}} \times 100$$

용액의 질량과 용질의 질량으로 나타내므로 온도에 따라 농도가 변하지 않는다.

(2) ppm 농도(ppm) : 주로 공기나 물속에 극소량 들어 있는 물질의 농도를 나타낼 때 사용된다.
용액 10^6 g 속에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 나타낸 농도는 다음과 같다.

$$\text{ppm 농도 (ppm)} = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6$$

(3) 몰 농도(M) : 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 몰수(몰)를 나타낸 농도이다.

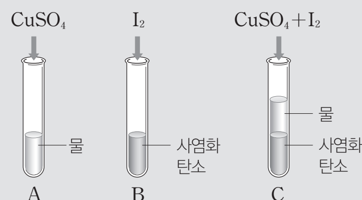
$$\text{몰 농도 (M)} = \frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$$

① 질량이 아닌 몰수를 사용하여 농도를 표시하므로 화학 반응의 양적 계산에 매우 유용하게 이용된다.

② 부피를 기준으로 하기 때문에 온도에 따라 농도가 변한다.

자료 분석 특강 | 물질의 용해

물, 사염화 탄소, 물과 사염화 탄소를 각각 넣은 시험관 A~C에 황산 구리($CuSO_4$), 아이오딘(I_2), $CuSO_4$와 I_2의 혼합물을 각각 넣고 흔든 후 시험관 속 용액의 색을 비교한다.



❶ 시험관 A의 물과 시험관 C의 물 층이 푸른색을 나타낸다. ➡ $CuSO_4$는 이온 결합 물질로 극성 용매인 물에 잘 녹는다.

❷ 시험관 B의 사염화 탄소와 시험관 C의 사염화 탄소 층이 보라색을 나타낸다. ➡ I_2은 무극성 물질로 무극성 용매인 사염화 탄소에 잘 녹는다.

❸ 시험관 C에서 물과 사염화 탄소는 섞이지 않고 층을 이룬다. ➡ 극성 물질과 무극성 물질은 잘 섞이지 않는다.

③ 어떤 용액에 용매를 가하여 용액을 희석했을 때, 용액의 부피와 농도는 달라지지만 그 속에 녹아 있는 용질의 몰수는 변하지 않는다.

예 농도가 M(몰/L)이고 부피가 V(L)인 용액에 증류수를 가하여 농도가 M'(몰/L)이고 부피가 V'(L)인 용액을 만들 때
- 희석하기 전 용질의 몰수 $(n)=MV$
- 희석한 후 용질의 몰수 $(n')=M'V'$

➡ 희석 전 용질의 몰수 (n)와 희석 후 용질의 몰수 (n')는 같으므로 다음과 같은 식이 성립한다.

용질의 몰수$(n)=MV=M'V'$

④ 혼합 용액의 몰 농도 : 같은 용질이 용해되어 있고 농도만 서로 다른 두 용액을 혼합하면, 용질의 전체 몰수는 변하지 않는다.
용질의 전체 몰수$=MV+M'V'=M''V''$

$M''=\dfrac{MV+M'V'}{V''}$(몰/L)

(M'' : 혼합 용액의 몰 농도, V'' : 혼합 용액의 부피)

(4) 몰랄 농도(m) : 용매 1 kg에 녹인 용질의 몰수(몰)를 나타낸 농도이다.

몰랄 농도 $(m)=\dfrac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$

① 용매의 질량을 기준으로 농도를 표시하므로 온도가 변해도 농도가 변하지 않는다.
② 용액의 끓는점 오름이나 어는점 내림을 계산할 때 이용한다.

(5) 몰 분율 : 한 성분 물질의 몰수를 전체 성분 물질의 몰수의 합으로 나눈 것을 몰 분율이라고 한다. 몰 분율은 단위가 없으며 온도에 따라 변하지 않는다.

몰 분율$=\dfrac{\text{한 성분 물질의 몰수(몰)}}{\text{전체 성분 물질의 몰수 합(몰)}}$

4 농도의 환산

(1) 퍼센트 농도(%)를 몰 농도(M)로 환산하기
a% 용액 100 g의 밀도가 d g/mL이고, 용질의 화학식량이 x이면,

- 용액의 부피(L)$=\dfrac{\text{용액의 질량(g)}}{\text{용액의 밀도 (g/mL)}\times 1000\text{(mL/L)}}$
$=\dfrac{100}{1000d}=\dfrac{1}{10d}$
- 용질의 몰수(몰)$=\dfrac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용질 1몰의 질량(g/몰)}}=\dfrac{a}{x}$

➡ 몰 농도(M)$=\dfrac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피 (L)}}=\dfrac{10ad}{x}$

(2) 퍼센트 농도(%)를 몰랄 농도(m)로 환산하기
a% 용액 100 g에서 용질의 화학식량이 x이면,

- 용매의 질량(kg)$=\dfrac{\text{용액의 질량(g)}-\text{용질의 질량(g)}}{1000\text{(g/kg)}}$
$=\dfrac{100-a}{1000}$
- 용질의 몰수(몰)$=\dfrac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용질 1몰의 질량(g/몰)}}=\dfrac{a}{x}$

➡ 몰랄 농도$(m)=\dfrac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}=\dfrac{1000a}{(100-a)x}$

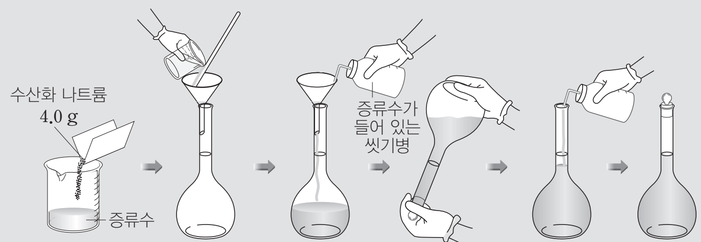
(3) 몰 농도(M)를 몰랄 농도(m)로 환산하기
a M 용액 1 L의 밀도가 d g/mL이고, 용질의 화학식량이 x이면,

- 용액의 질량(g)
$=$용액의 부피(mL)$\times$용액의 밀도(g/mL)$=1000d$
- 용질의 질량(g)
$=$몰 농도(몰/L)$\times$용액의 부피(L)$\times$용질 1몰의 질량(g/몰)
$=ax$
- 용매의 질량(kg)
$=$[용액의 질량(g)$-$용질의 질량(g)]$\times\dfrac{1}{1000\text{(g/kg)}}$
$=\dfrac{1000d-ax}{1000}$
- 용질의 몰수(몰)$=a$

➡ 몰랄 농도$(m)=\dfrac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}=\dfrac{1000a}{1000d-ax}$

자료 분석 특강 | 0.1 M NaOH 수용액 만들기

❶ NaOH 4.0 g(0.1몰)을 측정한 다음, 증류수가 들어 있는 비커에 넣어 녹인다.
❷ 비커의 용액을 깔때기를 이용하여 1 L 부피 플라스크에 넣은 다음, 증류수로 비커와 깔때기에 묻어 있는 용액을 씻어 부피 플라스크에 넣는다.
❸ 부피 플라스크 눈금의 $\frac{2}{3}$ 정도가 되는 부분까지 증류수를 넣은 다음, 마개를 막고 흔들거나 뒤집어서 용액을 잘 섞는다.
❹ 실온으로 식힌 후 씻기병을 이용해 눈금까지 증류수를 가한다.



테마 대표 문제

표는 A 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. | 2016 대수능 |

수용액	물의 질량 (g)	A의 질량 (g)	밀도 (g/mL)	몰랄 농도 (m)	몰 농도 (M)
(가)	400	100	—	—	—
(나)	1000	100	1.05	a	b

(가)의 퍼센트 농도(㉠)와 (나)의 a, b 크기 비교(㉡)로 옳은 것은?

	㉠	㉡		㉠	㉡
①	20%	$a>b$	②	20%	$a<b$
③	25%	$a>b$	④	25%	$a<b$
⑤	25%	$a=b$			

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 퍼센트 농도는 용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량을 백분율로, 몰랄 농도는 용매 1 kg에 녹인 용질의 몰수를, 몰 농도는 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 몰수를 나타낸다.

간략 풀이 | ㉠ 퍼센트 농도(%)

$=\dfrac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}}\times 100$이므로

(가)의 퍼센트 농도는

$\dfrac{100}{400+100}\times 100=20\%$이다.

㉡ 몰랄 농도(m)

$=\dfrac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$이므로 용질 A의 화학식량을 M_A라고 하면,

(나)의 몰랄 농도는 $a=\dfrac{\frac{100}{M_A}\text{ mol}}{1\text{ kg}}$

$=\dfrac{100}{M_A}\,m$이다.

몰 농도(M)$=\dfrac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$

이고, (나)의 부피는 $\dfrac{1100\text{ g}}{1.05\text{ g/mL}}$

$=\dfrac{1100}{1.05}\text{ mL}=\dfrac{1.1}{1.05}\text{ L}$이므로

(나)의 몰 농도는 $b=\dfrac{\frac{100}{M_A}\text{ mol}}{\frac{1.1}{1.05}\text{ L}}$

$=\dfrac{100}{M_A}\times\dfrac{1.05}{1.1}\text{ M}$이다.

따라서 $a>b$이다.

정답 | ①

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 11쪽

표는 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 6066-0037

수용액	물의 질량 (g)	용질의 종류	용질의 질량 (g)	밀도 (g/mL)
(가)	500	A	50	1.05
(나)	1000	B	100	1.1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 화학식량은 A가 B보다 크다.)

보기

ㄱ. (가)의 퍼센트 농도는 10%이다.
ㄴ. 몰랄 농도는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. 몰 농도는 (나)가 (가)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 퍼센트 농도, 몰랄 농도, 몰 농도를 구한다는 점은 유사하지만, 용질이 서로 다른 2가지 수용액의 농도를 비교하는 점이 다르다.

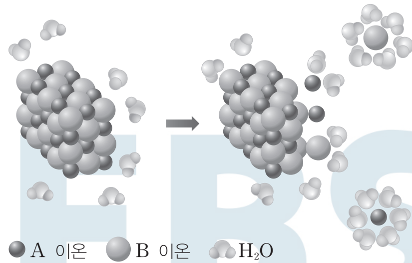
배경 지식 |

- 퍼센트 농도(%)
  $=\dfrac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}}\times 100$
- 몰 농도(M)
  $=\dfrac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$
- 몰랄 농도(m)
  $=\dfrac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$
- 밀도(g/mL)
  $=\dfrac{\text{질량(g)}}{\text{부피(mL)}}$

01

6066-0038

그림은 어떤 고체 화합물이 물에 자발적으로 용해되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.



A 이온의 전하와 용해 과정의 자유 에너지 변화(ΔG)의 부호 또는 값으로 옳은 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

	A 이온의 전하	ΔG
①	+	+
②	+	0
③	+	−
④	−	0
⑤	−	−

02

6066-0039

그림은 25℃, 1 M 포도당 수용액 500 mL를 나타낸 것이다.



이 수용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 포도당의 분자량은 180이고, 물의 증발에 의한 부피 변화는 무시한다.)

보기

ㄱ. 녹아 있는 포도당의 질량은 90 g이다.
ㄴ. 물을 넣어 수용액의 부피가 1 L가 되면 몰 농도는 0.5 M가 된다.
ㄷ. 수용액을 가열하여 50℃가 되어도 몰 농도는 변하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0040

그림은 물 90 g에 에탄올 46 g을 혼합한 수용액을 나타낸 것이다.



이 수용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물, 에탄올의 분자량은 각각 18, 46이다.)

보기

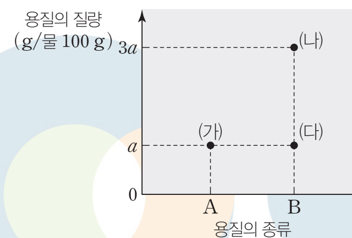
ㄱ. 에탄올의 몰 분율은 $\frac{1}{6}$이다.
ㄴ. 퍼센트 농도는 $\frac{460}{9}$%이다.
ㄷ. 몰랄 농도는 $\frac{100}{9}$ m이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0041

그림은 수용액 (가)~(다)에 녹아 있는 용질의 종류와 질량을 나타낸 것이다. 분자량은 B가 A의 3배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

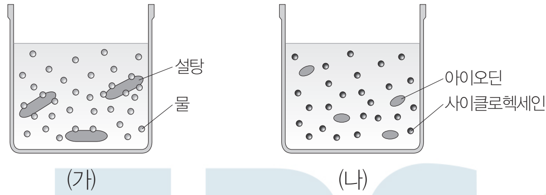
ㄱ. 용질의 몰 분율은 (가)와 (나)가 같다.
ㄴ. 퍼센트 농도는 (가)와 (다)가 같다.
ㄷ. 몰랄 농도는 (나)가 (다)의 3배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6066-0042

그림 (가)와 (나)는 물(H_2O)과 사이클로헥세인(C_6H_{12})에 설탕과 아이오딘을 각각 녹인 모습을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

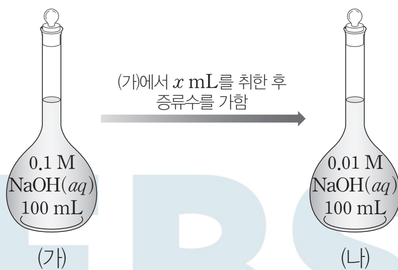
ㄱ. (가)에서 설탕은 수화된다.
ㄴ. (나)에서 아이오딘은 전해질이다.
ㄷ. 설탕과 아이오딘은 모두 무극성 물질이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6066-0043

그림은 0.1 M NaOH 수용액 100 mL인 (가)와, (가)에서 x mL를 취한 후 증류수를 가하여 0.01 M NaOH 수용액 100 mL인 (나)를 만드는 방법을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, NaOH의 화학식량은 40이다.)

보기

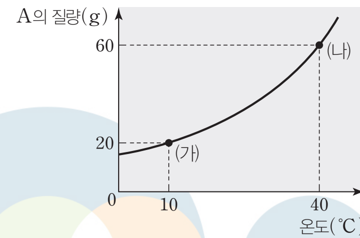
ㄱ. 수용액에 녹아 있는 NaOH의 몰수는 (가)가 (나)의 10배이다.
ㄴ. (가)에 녹아 있는 NaOH의 질량은 0.4 g이다.
ㄷ. $x=10$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6066-0044

그림은 물 100 g에 최대로 녹을 수 있는 용질 A의 질량을 온도에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 증발은 무시한다.)

보기

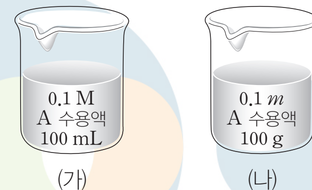
ㄱ. 퍼센트 농도는 (나)가 (가)의 3배이다.
ㄴ. 몰랄 농도는 (나)가 (가)의 3배이다.
ㄷ. (가)의 용액을 가열하여 40°C가 되면 용액의 몰랄 농도는 감소한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6066-0045

그림은 25°C에서 서로 다른 농도의 A 수용액 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A의 분자량은 180이고, (가)의 밀도는 1 g/mL이다.)

보기

ㄱ. 수용액에 녹아 있는 용질의 질량은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄴ. (가)의 몰랄 농도는 0.1 m보다 크다.
ㄷ. 퍼센트 농도는 (가)가 (나)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
6066-0046

다음은 어느 하천의 물 1 kg에 녹아 있는 산소의 질량을 구하기 위한 자료이다.

○ 하천의 물에 녹아 있는 산소량이 8 ppm이다.
○ ppm 농도(ppm) $= \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6$이다.



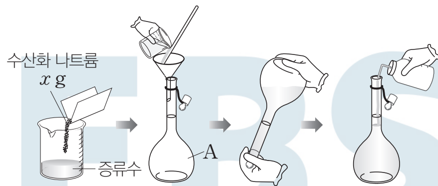
하천의 물 1 kg에 녹아 있는 산소의 질량(mg)은?

① 0.08 ② 0.8 ③ 8
④ 80 ⑤ 800

10
6066-0047

다음은 0.2 M NaOH 수용액 1 L를 만드는 과정이다.

[실험 과정]
(가) NaOH x g을 증류수가 들어 있는 비커에 녹인다.
(나) (가)의 용액을 깔때기를 이용하여 1 L [A]에 넣는다.
(다) (나)의 용액에 증류수를 [A]의 $\frac{2}{3}$ 정도 넣은 다음, 용액을 잘 섞는다.
(라) 증류수를 가하여 표선까지 채운 후 용액이 잘 섞이도록 흔들어 준다.



x의 값과 A에 해당하는 실험 기구로 옳은 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이다.)

	x	A
①	0.8	부피 플라스크
②	0.8	눈금 실린더
③	8	피펫
④	8	부피 플라스크
⑤	8	눈금 실린더

11
6066-0048

다음은 포도당 수용액을 만드는 3가지 방법이다.

(가) 물 100 g에 포도당 18 g을 녹인다.
(나) 용액의 질량이 100 g이 되도록 포도당 18 g을 물에 녹인다.
(다) 용액의 부피가 100 mL가 되도록 포도당 18 g을 물에 녹인다.

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 포도당의 분자량은 180이고, (다)의 밀도는 1.1 g/mL이다.)

보기
ㄱ. (다)의 몰 농도는 1 M이다.
ㄴ. 몰랄 농도는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. 포도당의 몰 분율은 (다)가 가장 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
6066-0049

그림은 10% 염산 100 mL를 나타낸 것이다.



이 수용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, HCl의 분자량은 36.5이고, 수용액의 밀도는 1.1 g/mL이다.)

보기
ㄱ. 녹아 있는 HCl의 질량은 10 g이다.
ㄴ. 물 110 g을 더 넣으면 5% 염산이 된다.
ㄷ. 몰랄 농도(m)가 몰 농도(M)보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6066-0050

그림은 4% 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 100 g에 증류수를 가하여 NaOH 수용액 500 mL를 만드는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이고, (나)의 밀도는 1.0 g/mL이다.)

보기

ㄱ. (가)에 녹아 있는 NaOH의 질량은 4 g이다.
ㄴ. x=0.2이다.
ㄷ. (나)의 몰랄 농도는 0.2 m보다 크다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
어떤 수용액에 증류수를 가하여 희석하여도 용액 속 (   )의 몰수는 변하지 않는다.

14

6066-0051

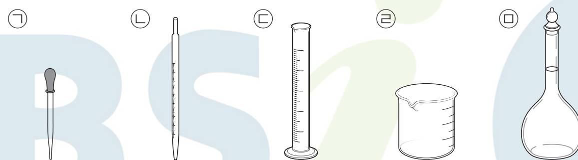
다음은 1 m NaOH 수용액을 이용하여 0.05 M NaOH 수용액 500 mL를 만드는 실험 과정과 실험 기구 중 일부를 나타낸 것이다.

[실험 과정]

(가) 1 m NaOH 수용액 x mL를 [A]로 취하여 500 mL [B]에 넣는다.

(나) [B]의 500 mL 표선까지 증류수를 채운 후 잘 섞이도록 흔들어 준다.

[실험 기구]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이고, 1 m NaOH 수용액의 밀도는 d g/mL이다.)

보기

ㄱ. A에 해당하는 실험 기구는 ㉢이 가장 적절하다.
ㄴ. B에 해당하는 실험 기구는 ㉤이 가장 적절하다.
ㄷ. $x=\frac{26}{d}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
1 m NaOH 수용액에서 물 (   ) kg에 녹아 있는 NaOH의 몰수는 1몰이다.

정답
13 용질
14 1

15
98% 수용액 100 g에 포함된 용질의 질량은 (　　) g이다.

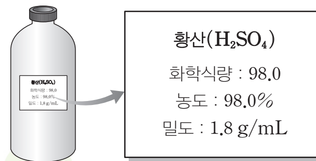
16
농도가 0.4 M이고, 부피가 0.5 L인 수용액에 포함된 용질의 몰수는 (　　) mol이다.

정답
15 98
16 0.2

15

6066-0052

그림은 진한 황산이 들어있는 시약병을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

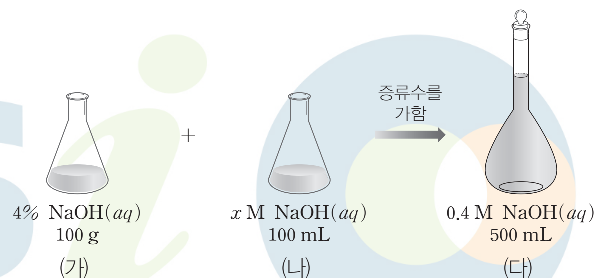
보기
ㄱ. 진한 황산 100 g에 들어 있는 H_2SO_4의 질량은 98 g이다.
ㄴ. 진한 황산의 몰 농도는 18 M이다.
ㄷ. 증류수에 희석시켜 0.1 M 묽은 황산 1 L를 만들기 위해 필요한 진한 황산의 부피는 $\frac{50}{9}$ mL이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

6066-0053

그림은 NaOH 수용액 (가)와 (나)를 혼합한 후 증류수를 가하여 수용액 (다)를 만든 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH의 화학식량은 40이고, (나)의 밀도는 1 g/mL이다.)

보기
ㄱ. (다)에 녹아 있는 NaOH의 질량은 8 g이다.
ㄴ. $x=1$이다.
ㄷ. (가)와 (나)에서 NaOH의 몰 분율은 같다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



THEME

04 묽은 용액의 성질

1 용액의 증기 압력 내림

(1) 용액의 증기 압력 내림 현상

① 비휘발성 용질이 녹아 있는 용액의 증기 압력은 순수한 용매의 증기 압력보다 낮다.

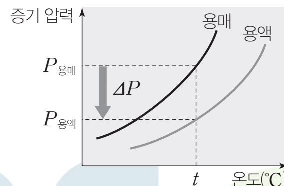
➡ 용질 입자가 용매의 증발을 방해하기 때문이다.

> 증기 압력 내림($\varDelta P$)
> $=$용매의 증기 압력($P_{용매}$)$-$용액의 증기 압력($P_{용액}$)

② 비휘발성, 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력($P_{용액}$)은 용매의 몰 분율 ($x_{용매}$)에 비례한다.

$$P_{용액}=P_{용매}\times x_{용매}$$

③ 증기 압력 내림은 온도가 일정할 때 용질의 종류에는 영향을 받지 않고, 용매의 종류와 용액의 농도에만 영향을 받는다. ➡ 용액의 농도가 클수록 증기 압력 내림은 커진다.



(2) 라울 법칙 : 비휘발성이고 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력 내림($\varDelta P$)은 용질의 종류에 관계없이 용질의 몰 분율($x_{용질}$)에 비례한다.

$$\varDelta P=P_{용매}\times x_{용질}$$
($P_{용매}$: 순수한 용매의 증기 압력)

2 용액의 끓는점 오름과 어는점 내림

증기 압력 내림으로 인해 용액의 끓는점은 순수한 용매보다 높고, 어는점은 순수한 용매보다 낮다. ➡ 용액의 끓는점 오름과 어는점 내림은 몰랄 농도(m)에 비례한다.

(1) 용액의 끓는점 오름($\varDelta T_b$) : $\varDelta T_b=K_b\times m$

(2) 용액의 어는점 내림($\varDelta T_f$) : $\varDelta T_f=K_f\times m$

(3) 몰랄 오름 상수와 몰랄 내림 상수

① 몰랄 오름 상수(K_b) : 용액의 농도가 1 m일 때의 끓는점 오름이다.

② 몰랄 내림 상수(K_f) : 용액의 농도가 1 m일 때의 어는점 내림이다.

③ K_b, K_f는 용질의 종류와는 관계없고 용매의 종류에 따라 달라진다.

(4) 끓는점 오름 또는 어는점 내림을 이용한 분자량 측정

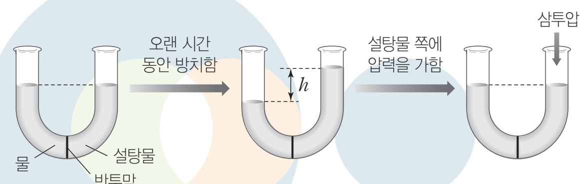
어떤 용매 W g에 비전해질, 비휘발성 용질 w g이 녹아 있는 묽은 용액의 끓는점 오름을 $\varDelta T_b$, 어는점 내림을 $\varDelta T_f$라고 할 때, 이 용질의 분자량(M)은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$M=\frac{1000Kw}{W\varDelta T}\left(\begin{array}{l}K : K_b \text{ 또는 } K_f\\ \varDelta T : \varDelta T_b \text{ 또는 } \varDelta T_f\end{array}\right)$$

3 삼투압

(1) 삼투 : 반투막을 사이에 두고 용매는 같지만 농도가 서로 다른 용액을 넣었을 때, 농도가 낮은 용액 쪽에서 농도가 높은 용액 쪽으로 용매 분자가 이동하는 현상이다.

(2) 삼투압 : 삼투 현상을 막기 위해 용액 쪽에 가해 주어야 하는 최소한의 압력으로, 용매나 용질의 종류에 관계없이 일정량의 용액 속에 녹아 있는 용질의 입자 수에 영향을 받는다.



(3) 판트호프 법칙

① 비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 삼투압은 용액의 몰 농도와 절대 온도에 비례한다.

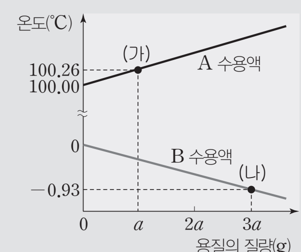
$$\pi=CRT \Rightarrow \pi V=nRT$$
(π : 삼투압, C : 몰 농도, R : 기체 상수, T : 절대 온도, V : 용액의 부피, n : 용질의 몰수)

② 삼투압을 측정하면 판트호프 법칙을 이용하여 물질의 분자량을 구할 수 있다.

$$\pi V=nRT=\frac{w}{M}RT \Rightarrow M=\frac{wRT}{\pi V}$$

자료 분석 특강 | 용액의 끓는점 오름과 어는점 내림

그림은 1기압에서 물 100 g에 비휘발성, 비전해질인 용질 A와 B를 각각 녹였을 때 용질의 질량에 따른 A 수용액의 끓는점과 B 수용액의 어는점을 나타낸 것이다.



❶ 물의 몰랄 오름 상수(K_b)는 0.52 ℃/m이고, 몰랄 내림 상수(K_f)는 1.86 ℃/m이다.

❷ 용액의 끓는점 오름($\varDelta T_b$) : 물 100 g에 A가 a g 녹아 있는 용액의 끓는점 오름이 0.26 ℃이다.
➡ 수용액 (가)의 몰랄 농도는 0.5 m이다.

❸ 용액의 어는점 내림($\varDelta T_f$) : 물 100 g에 B가 $3a$ g 녹아 있는 용액의 어는점 내림이 0.93 ℃이다.
➡ 수용액 (나)의 몰랄 농도는 0.5 m이다.

❹ A와 B의 분자량은 각각 $20a$, $60a$이고, 분자량 비는 A : B$=$1 : 3이다.

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 라울 법칙에 의하면 묽은 용액의 증기 압력 내림($\varDelta P$)은 용질의 몰 분율($x_{용질}$)에 비례한다.

$$\varDelta P = P_{용매} \times x_{용질}$$

간략 풀이 | 순수한 용매의 증기 압력($P_{용매}$)은 $100a$이다.

(i) 용질 A의 질량이 w g일 때 증기 압력이 $96a$이므로 증기 압력 내림($\varDelta P$)은 $4a$이다.

용매인 물의 몰수를 $n_{물}$, 용질 A의 화학식량을 M_A라고 하면 라울 법칙에 의해 다음 식이 성립한다.

$$4a = 100a \times \frac{\frac{w}{M_A}}{n_{물} + \frac{w}{M_A}}$$

이 식을 정리하면 $n_{물} = \frac{24w}{M_A}$이다. …①

(ii) 용질 A의 질량이 x g일 때 증기 압력이 $95a$이므로 증기 압력 내림($\varDelta P$)은 $5a$이고, 라울 법칙에 의해 다음 식이 성립한다.

$$5a = 100a \times \frac{\frac{x}{M_A}}{n_{물} + \frac{x}{M_A}}$$

이 식을 정리하면 $n_{물} = \frac{19x}{M_A}$이다. …②

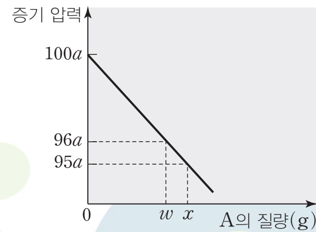
①과 ②에서 물의 몰수는 일정하므로 $\frac{24w}{M_A} = \frac{19x}{M_A}$이고, $x = \frac{24}{19}w$이다.

정답 | ①

테마 대표 문제

그림은 일정량의 물에 고체 A를 녹인 수용액의 증기 압력을 A의 질량에 따라 나타낸 것이다.

| 2016 대수능 |



x는? (단, A는 비휘발성, 비전해질이고, 수용액은 라울 법칙을 따르며 온도는 일정하다.) [3점]

① $\frac{24}{19}w$　② $\frac{23}{18}w$　③ $\frac{25}{19}w$　④ $\frac{4}{3}w$　⑤ $\frac{25}{18}w$

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 묽은 용액의 증기 압력 내림을 그래프로 제시한 점은 유사하지만, 2가지 수용액의 증기 압력 내림을 통해 화학식량을 비교한다는 점이 다르다.

배경 지식 |

• 라울 법칙 : 비휘발성, 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력 내림($\varDelta P$)은 용질의 몰 분율($x_{용질}$)에 비례한다.

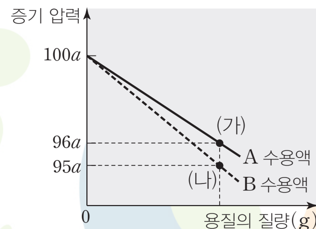
$$\varDelta P = P_{용매} \times x_{용질}$$

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 15쪽

그림은 같은 질량의 물에 용질 A와 B를 각각 녹인 수용액의 증기 압력을 용질의 질량에 따라 나타낸 것이다.

6066-0054



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이고, 두 수용액은 라울 법칙을 따르며 온도는 일정하다.)

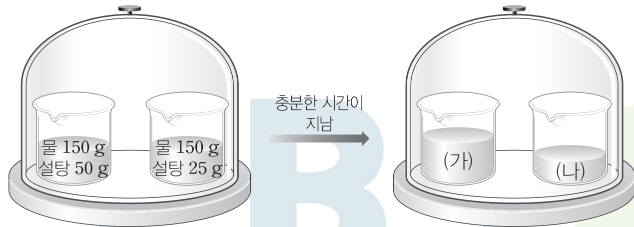
보기

ㄱ. 증기 압력 내림은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄴ. 용매의 몰 분율은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. 화학식량의 비는 A : B=24 : 19이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01
6066-0055

그림은 물 150 g에 설탕을 각각 50 g과 25 g을 녹인 수용액을 수증기로 포화된 밀폐된 용기에 넣고 충분한 시간이 지난 후의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액은 라울 법칙을 따른다.)

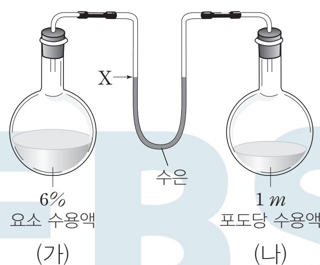
보기

ㄱ. 설탕의 몰 분율은 (가)와 (나)가 같다.
ㄴ. 물의 질량은 (가)가 (나)의 2배이다.
ㄷ. 몰랄 농도는 (가)와 (나)가 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02
6066-0056

그림은 6% 요소 수용액과 1 m 포도당 수용액을 플라스크에 넣고 수은이 들어 있는 U자관으로 연결한 직후의 모습을 나타낸 것이다. X는 요소 수용액 쪽 수은 기둥의 높이를 나타낸다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 요소의 분자량은 60이다.)

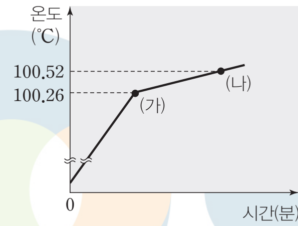
보기

ㄱ. (가)의 몰랄 농도는 1 m보다 크다.
ㄴ. 용질의 몰 분율은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. 시간이 지나면 X는 아래쪽으로 이동한 후 정지한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03
6066-0057

그림은 1기압에서 물 200 g에 비휘발성, 비전해질 용질 A w g을 녹여 만든 수용액을 일정한 열량으로 가열했을 때, 시간에 따른 수용액의 온도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 몰랄 오름 상수는 0.52 ℃/m이다.)

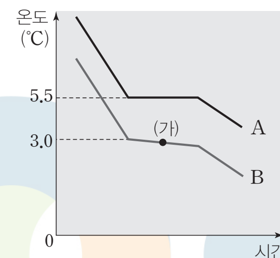
보기

ㄱ. A의 분자량은 10w이다.
ㄴ. 용액의 몰랄 농도는 (나)가 (가)의 2배이다.
ㄷ. 물의 몰 분율은 (가)가 (나)의 2배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04
6066-0058

그림은 벤젠과 벤젠 100 g에 나프탈렌 w g을 녹인 용액의 냉각 곡선을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 벤젠과 벤젠 100 g에 나프탈렌 w g을 녹인 용액 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 벤젠의 몰랄 내림 상수는 5.0 ℃/m이다.)

보기

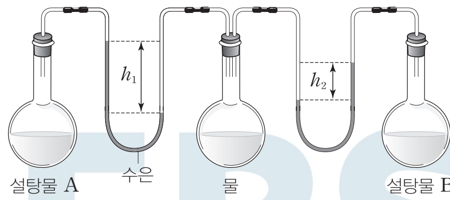
ㄱ. A는 벤젠이다.
ㄴ. 나프탈렌의 분자량은 20w이다.
ㄷ. (가)의 어는점이 3℃보다 낮은 이유는 B의 농도가 커지기 때문이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6066-0059

그림은 25℃에서 농도가 다른 설탕물 A, B와 물이 들어 있는 플라스크를 수은이 들어 있는 유리관으로 연결하여 충분한 시간이 지난 후의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, 설탕물 A와 B는 라울 법칙을 따른다.)

보기

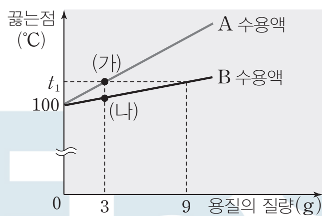
ㄱ. 설탕물의 증기 압력은 A가 B보다 크다.
ㄴ. 설탕물의 몰랄 농도는 A가 B보다 크다.
ㄷ. 온도가 높아지면 h_1과 h_2는 모두 커진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6066-0060

그림은 1기압에서 같은 질량의 물 100 g에 용질 A와 B를 각각 녹인 수용액의 끓는점을 용질의 질량에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이고, A의 분자량은 60이다.)

보기

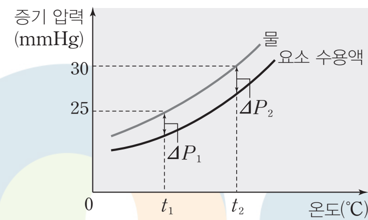
ㄱ. B의 분자량은 180이다.
ㄴ. 용액의 끓는점 오름은 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.
ㄷ. 물의 몰랄 오름 상수는 $3(t_1-100)$ ℃/m이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6066-0061

그림은 물과 물 178.2 g에 요소 6 g을 녹인 요소 수용액의 온도에 따른 증기 압력을 나타낸 것이다. ΔP_1과 ΔP_2는 각각 t_1℃, t_2℃에서의 증기 압력 내림이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, 요소 수용액은 라울 법칙을 따르며, 물과 요소의 분자량은 각각 18, 60이다.)

보기

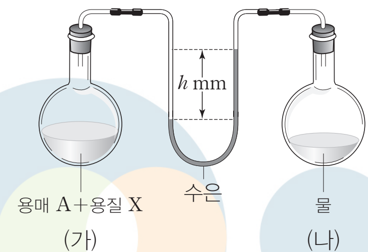
ㄱ. 요소 수용액에서 요소의 몰 분율은 0.02이다.
ㄴ. t_2℃에서 요소 수용액의 증기 압력은 29.7 mmHg이다.
ㄷ. $\Delta P_1 : \Delta P_2 = 5 : 6$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6066-0062

그림은 25℃에서 용매 A에 비휘발성, 비전해질 용질 X w g을 녹인 용액과 물이 들어 있는 플라스크를 수은이 담긴 U자관에 연결하여 충분한 시간이 지난 후의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)의 용액은 라울 법칙을 따르고, 25℃에서 물의 증기 압력은 24 mmHg이다.)

보기

ㄱ. (가)의 증기 압력은 $(24+h)$ mmHg이다.
ㄴ. 25℃에서 증기 압력은 물이 용매 A보다 크다.
ㄷ. (가)에 용질 X를 더 녹이면 수은 기둥의 높이 차이가 커진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

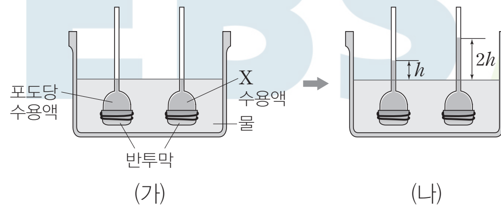
6066-0063

다음은 일정한 온도에서 포도당 수용액과 X 수용액의 삼투압을 측정하는 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 포도당 수용액과 X 수용액을 넣은 깔때기에 반투막을 씌운 다음 물이 들어 있는 수조에 넣고, 깔때기 관 내부 용액의 수면이 수조의 수면과 일치하도록 고정한다.

(나) 충분한 시간이 지난 후 깔때기 관 내부 물기둥의 높이를 측정하였더니 그림과 같았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 비휘발성, 비전해질이다.)

보기

ㄱ. (나)에서 물 분자는 반투막을 통과하지 않는다.

ㄴ. 포도당 수용액의 농도는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. (가)에서 몰 농도는 X 수용액이 포도당 수용액보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6066-0064

다음은 일상생활에서 일어나는 3가지 현상이다.

(가) 오이를 소금물에 담가두면 쭈글쭈글해진다.

(나) 겨울철 자동차의 냉각수에 부동액을 넣어 물이 어는 것을 방지한다.

(다) 설탕물은 물보다 더 높은 온도에서 끓는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 삼투 현상과 관련이 있다.

ㄴ. (나)는 겨울에 간장이 얼지 않는 것과 같은 원리가 적용된다.

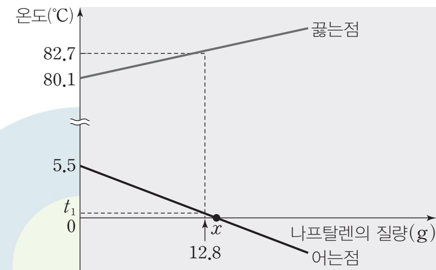
ㄷ. (다)는 설탕물의 증기 압력 내림에 의해 나타나는 현상이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

6066-0065

그림은 1기압에서 벤젠 100 g에 나프탈렌을 녹인 용액의 끓는점과 어는점을 나프탈렌의 질량에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 나프탈렌의 분자량은 128이고, 벤젠의 몰랄 내림 상수는 5.0 ℃/m이다.)

보기

ㄱ. 벤젠의 몰랄 오름 상수는 5.2 ℃/m이다.

ㄴ. t_1=0.5이다.

ㄷ. x=16이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6066-0066

표는 25℃의 2 M 요소 수용액, 요소, 물과 관련된 자료이다.

2 M 요소 수용액	부피(L)	1
	밀도(g/mL)	1.02
요소	분자량	60
물	몰랄 오름 상수(℃/m)	0.52
	증기압(mmHg)	26

2 M 요소 수용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액은 라울 법칙을 따른다.)

보기

ㄱ. 요소의 몰 분율은 $\frac{1}{26}$이다.

ㄴ. 증기압은 25 mmHg이다.

ㄷ. 끓는점은 101.04℃이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
일정한 온도에서 비휘발성 용질이 녹아 있는 용액의 증기 압력은 순수한 용매의 증기 압력보다 (　　)다.

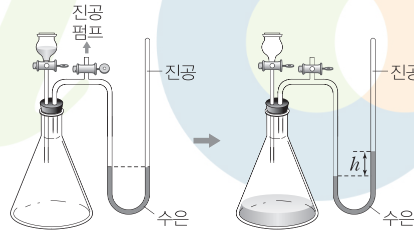
13

▶ 6066-0067

다음은 t℃에서 물과 물 100 g에 요소 w g을 녹인 수용액의 증기 압력을 측정하는 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 깔때기에 물을 넣고, 진공 펌프를 사용하여 삼각 플라스크를 진공으로 만든 후 콕을 잠근다.
(나) 깔때기의 콕을 열어 물을 넣은 후 충분한 시간이 지난 후 수은 기둥의 높이 차 h를 측정하였더니 25 mm이었다.
(다) 물 대신 요소 수용액을 사용하여 h를 측정하였더니 22.5 mm이었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, 요소 수용액은 라울 법칙을 따르며, 분자량은 포도당이 요소의 3배이다.)

보기
ㄱ. 요소 수용액에서 물의 몰 분율은 0.9이다.
ㄴ. 물 100 g에 요소 $2w$ g을 녹인 수용액으로 실험하면 h는 20 mm가 된다.
ㄷ. 물 100 g에 포도당 $3w$ g을 녹인 수용액으로 실험하면 h는 22.5 mm가 된다.

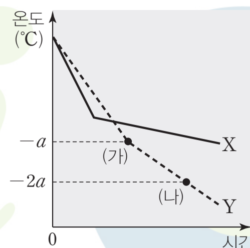
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 어는점 내림은 용액의 (　　) 농도에 비례한다.

14

▶ 6066-0068

그림은 물 100 g에 설탕과 포도당을 각각 18 g씩 녹인 수용액을 냉각시킬 때 시간에 따른 온도를 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 설탕물, 포도당 수용액 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 ⟨보기⟩에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 몰랄 내림 상수는 1.86 ℃/m이고, 설탕과 포도당의 분자량은 각각 342, 180이며, 용액이 얼 때 용질은 용매 속에 들어가지 않는다.)

보기
ㄱ. X는 포도당 수용액이다.
ㄴ. a=1.86이다.
ㄷ. (나)에서 얼음의 질량은 50 g이다.

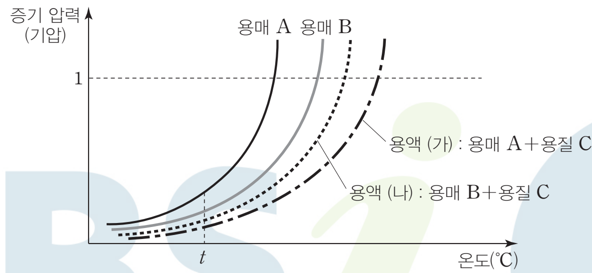
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
13 낮
14 몰랄

15

▶ 6066-0069

그림은 용매 A와 B의 증기 압력 곡선과 용매 A와 B 각각 100 g에 같은 질량의 용질 C를 녹인 용액 (가)와 (나)의 증기 압력 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, C는 비휘발성, 비전해질이고, 용액 (가)와 (나)는 라울 법칙을 따른다.)

보기

ㄱ. 용매의 몰랄 오름 상수는 A>B이다.
ㄴ. t℃에서 용액의 증기 압력 내림은 (가)>(나)이다.
ㄷ. t℃에서 용매의 몰 분율은 (가)>(나)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

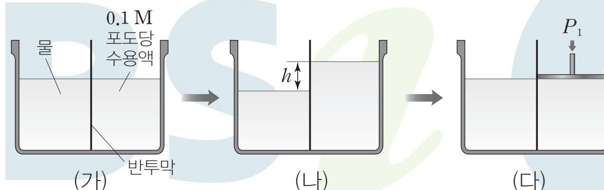
15
비휘발성, 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력 내림은 용질의 (   )에 비례한다.

16

▶ 6066-0070

다음은 온도 T_1 K에서 삼투 현상을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]
(가) 반투막으로 분리된 용기에 물 1 L와 0.1 M 포도당 수용액 1 L를 각각 넣고 수면의 높이를 맞춘다.
(나) 충분한 시간 동안 놓아두었더니 수면의 높이가 그림과 같이 되었다.
(다) 포도당 수용액에 압력 P_1기압을 가하여 수면의 높이를 다시 맞추었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, RT_1=25 기압·L/몰이다.)

보기

ㄱ. 포도당 수용액에 존재하는 포도당 분자의 수는 (가)가 (나)보다 많다.
ㄴ. T_1 K보다 높은 온도에서 위 실험을 하면 (나)에서 수면의 높이 차이는 h보다 커진다.
ㄷ. P_1=2.5이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16
삼투 현상을 막기 위해 농도가 진한 용액 쪽에 가해 주어야 하는 최소한의 압력을 (   )이라고 한다.

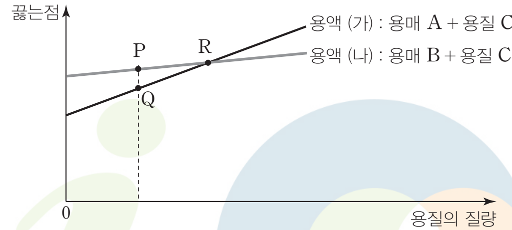
정답
15 몰 분율
16 삼투압

17
비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 끓는점 오름은 용액의 (　　) 농도에 비례한다.

17

▶ 6066-0071

그림은 1기압에서 같은 질량의 용매 A와 B에 용질 C를 각각 녹인 용액 (가)와 (나)의 끓는점을 용질의 질량에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, C는 비휘발성, 비전해질이다.)

보기

ㄱ. 증기 압력은 P가 Q보다 크다.
ㄴ. R에서 끓는점 오름은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. 용매의 몰랄 오름 상수는 B가 A보다 크다.

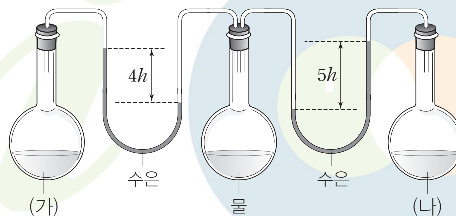
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18
비휘발성, 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력은 (　　)의 몰 분율에 비례한다.

18

▶ 6066-0072

그림은 t℃에서 같은 질량의 물에 용질 A w g과 $2w$ g을 각각 녹인 수용액을 넣은 플라스크를 물이 들어 있는 플라스크에 순서 없이 연결한 후 평형에 도달한 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A 수용액은 라울 법칙을 따른다.)

보기

ㄱ. (가)는 A $2w$ g을 녹인 수용액이다.
ㄴ. 물의 몰 분율은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. t℃에서 물의 증기 압력은 $6h$이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
17 몰랄
18 용매



THEME 05

반응열과 엔탈피

1 엔탈피

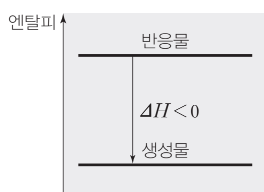
(1) **엔탈피(H)** : 내부 에너지(E)에 압력과 부피의 곱(PV)을 더한 값으로 정의되며($H=E+PV$), 압력이 일정할 때 공급되는 열량은 엔탈피 변화(ΔH)와 같다.

① 같은 조건에서 엔탈피가 낮은 물질일수록 안정한 물질이다.

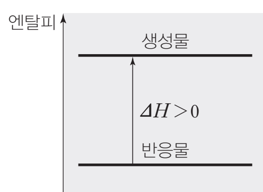
② 물질의 엔탈피는 온도와 압력에 따라 달라지며, 반응이 진행되면서 반응물과 생성물의 엔탈피 차이에 해당하는 열이 출입한다.

(2) **반응 엔탈피(ΔH)** : 일정한 압력에서 화학 반응이 일어날 때 물질의 엔탈피 변화이다.

반응 엔탈피(ΔH)=생성물의 엔탈피 합−반응물의 엔탈피 합



발열 반응



흡열 반응

• 발열 반응 : $\Delta H<0$, 화학 반응이 일어날 때 열을 방출하며 주위의 온도가 올라간다.

• 흡열 반응 : $\Delta H>0$, 화학 반응이 일어날 때 열을 흡수하며 주위의 온도가 내려간다.

2 열화학 반응식

(1) **열화학 반응식** : 화학 반응이 일어날 때 출입하는 열을 표시한 화학 반응식으로, 물질의 상태와 반응 엔탈피를 함께 나타낸다.

(2) **열화학 반응식의 특징**

① 반응 엔탈피(ΔH)는 반응물이나 생성물의 몰수에 비례한다.

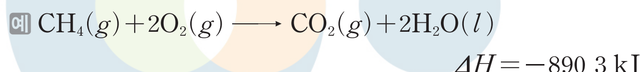
② 역반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 정반응의 반응 엔탈피(ΔH)와 크기는 같고 부호는 반대이다.

③ 반응 엔탈피(ΔH)는 물질의 상태에 따라 달라지므로 반드시 물질의 상태를 표시한다.

④ 엔탈피는 온도와 압력에 따라 달라지므로 열화학 반응식에는 온도와 압력을 표시한다. 온도와 압력이 표시되어 있지 않으면 25℃, 1기압을 의미한다.

3 반응 엔탈피의 종류

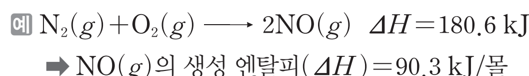
(1) **연소 엔탈피(ΔH)** : 물질 1몰이 완전 연소하여 가장 안정한 생성물이 될 때 방출하는 열량이다.


예 $CH_4(g)+2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$

$\Delta H=-890.3$ kJ

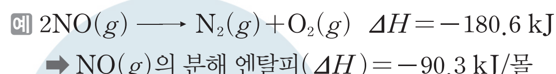
➡ $CH_4(g)$의 연소 엔탈피(ΔH)$=-890.3$ kJ/몰

(2) **생성 엔탈피(ΔH)** : 물질 1몰이 가장 안정한 원소로부터 생성될 때 방출하거나 흡수하는 열량이다.


예 $N_2(g)+O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$ $\Delta H=180.6$ kJ

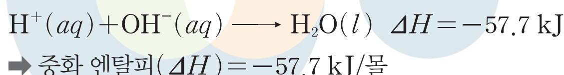
➡ $NO(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)$=90.3$ kJ/몰

(3) **분해 엔탈피(ΔH)** : 물질 1몰이 가장 안정한 원소로 분해될 때 방출하거나 흡수하는 열량이다(분해 엔탈피는 생성 엔탈피와 크기는 같고 부호는 반대이다).


예 $2NO(g) \longrightarrow N_2(g)+O_2(g)$ $\Delta H=-180.6$ kJ

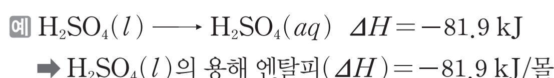
➡ $NO(g)$의 분해 엔탈피(ΔH)$=-90.3$ kJ/몰

(4) **중화 엔탈피(ΔH)** : 산과 염기가 중화되어 물 1몰이 생성될 때 방출하는 열량이며, 산과 염기의 종류에 관계없이 일정하다.


$H^+(aq)+OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$ $\Delta H=-57.7$ kJ

➡ 중화 엔탈피(ΔH)$=-57.7$ kJ/몰

(5) **용해 엔탈피(ΔH)** : 물질 1몰이 다량의 물에 용해될 때 방출하거나 흡수하는 열량이다.


예 $H_2SO_4(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$ $\Delta H=-81.9$ kJ

➡ $H_2SO_4(l)$의 용해 엔탈피(ΔH)$=-81.9$ kJ/몰

4 비열(c)과 열용량(C)

(1) **비열** : 물질 1 g의 온도를 1℃ 높이는 데 필요한 열량으로 단위는 J/g · ℃이다.

(2) **열용량** : 물질의 온도를 1℃ 높이는 데 필요한 열량으로 단위는 J/℃이다.

열용량(C)=비열(c)×질량(m)

자료 분석 특강 | 스타이로폼 간이 열량계를 이용한 용해 엔탈피 측정

[실험 과정]

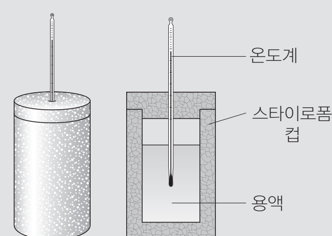
(가) 증류수 100 g을 열량계에 넣고 온도(T_1)를 측정한다.

(나) 과정 (가)의 열량계에 염화 칼슘($CaCl_2$) 10 g을 넣고 용해시킨 후 용액의 최고 온도(T_2)를 측정한다.

[실험 결과]

○ 열량계에 들어 있는 용액이 얻은 열량(Q)$=c\times m\times \Delta T$($c$: 용액의 비열, m : 용액의 질량)

○ 염화 칼슘이 용해될 때 발생한 열이 모두 용액에 흡수되었다고 가정하면 염화 칼슘의 그램당 용해열(J/g)과 몰당 용해열(J/몰)을 구할 수 있다.



접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 물에서의 용해 엔탈피(kJ/몰)는 물질 1몰이 물에 용해될 때 방출하거나 흡수하는 열량으로, 이 값이 0보다 작으면 용해될 때 열이 방출된다.

간략 풀이 | ㄱ. $H_2SO_4(l)$의 용해 엔탈피는 0보다 작으므로 열이 방출되는 반응인 발열 반응이다.

ㄴ. 1%의 $HCl(aq)$ 100 g을 만들기 위해서는 1 g의 $HCl(g)$을 녹여야 하고 이것은 $\frac{1}{36.5}$몰에 해당되므로 방출되는 열량은 $75\times\frac{1}{36.5}$ kJ이다. 1%의 $H_2SO_4(aq)$ 100 g을 만들 때 방출되는 열량을 같은 방법으로 구하면 $95\times\frac{1}{98}$ kJ이므로 $HCl(aq)$을 만들 때 방출되는 열량이 더 크다.

ㄷ. 물 1 L에 $HCl(g)$ 1몰과 $NaOH(s)$ 1몰을 모두 녹여 반응시킬 때 방출되는 열량은 각 물질의 용해 엔탈피의 합에 중화 엔탈피를 더한 것과 같으므로 120 kJ보다 크다.

정답 | ②

테마 대표 문제

표는 25℃, 1기압에서 3가지 물질에 대한 자료이다. | 2016 6월 모의평가 |

물질	$HCl(g)$	$NaOH(s)$	$H_2SO_4(l)$
화학식량	36.5	40	98
물에서의 용해 엔탈피(kJ/몰)	−75	−45	−95

25℃, 1기압에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $H_2SO_4(l)$이 물에 녹는 과정은 흡열 반응이다.
ㄴ. $HCl(g)$와 $H_2SO_4(l)$을 각각 물에 녹여 1% 수용액을 100 g씩 만들 때 방출되는 열량은 HCl가 더 크다.
ㄷ. 물 1 L에 $HCl(g)$ 1몰과 $NaOH(s)$ 1몰을 모두 녹여 반응시킬 때 방출되는 열량은 120 kJ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 반응 엔탈피가 양수인가 음수인가에 따라 흡열 반응과 발열 반응을 구분하는 것과, 1몰당으로 표현되어 있는 엔탈피를 g당으로 환산할 수 있는지를 묻는 것은 유사하지만, 용해 엔탈피가 아닌 생성 엔탈피를 묻는 점이 다르다.

배경 지식 |

- 생성 엔탈피 : 어떤 물질 1몰이 가장 안정한 원소로부터 생성될 때 방출하거나 흡수하는 열량
- 엔탈피 변화 : 생성물의 생성 엔탈피 합에서 반응물의 생성 엔탈피 합을 뺀 값

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 20쪽

표는 25℃, 1기압에서 4가지 물질에 대한 자료이다. ▶ 6066-0073

물질	$C(s)$	$O_2(g)$	$CO(g)$	$CO_2(g)$
화학식량	12	32	28	44
생성 엔탈피(kJ/몰)	0	0	−110.5	−393.5

25℃, 1기압에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $C(s)$와 $O_2(g)$로부터 $CO(g)$가 생성될 때 열이 방출된다.
ㄴ. $CO(g)$가 $O_2(g)$와 반응하여 $CO_2(g)$로 될 때 열이 흡수된다.
ㄷ. $C(s)$와 $O_2(g)$로부터 $CO(g)$와 $CO_2(g)$가 각각 1 g씩 생성될 때 출입하는 열량은 $CO_2(g)$가 더 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

6066-0074

표는 25°C, 1기압에서 일산화 탄소(CO)와 이산화 탄소(CO_2)의 생성 엔탈피(ΔH_f)를 나타낸 것이다.

물질	ΔH_f(kJ/몰)
CO(g)	−110
CO_2(g)	−394

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

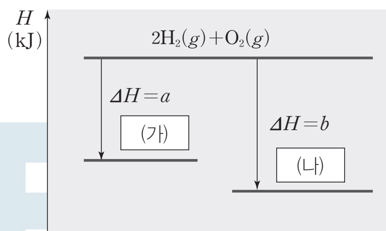
ㄱ. CO(g)의 분해 엔탈피(ΔH)는 220 kJ/몰이다.
ㄴ. CO(g)의 연소 엔탈피(ΔH)는 −284 kJ/몰이다.
ㄷ. C(s, 흑연)의 연소 엔탈피(ΔH)는 −394 kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0075

그림은 25°C, 1기압에서 수소 기체와 산소 기체로부터 물과 수증기가 각각 생성될 때의 엔탈피 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

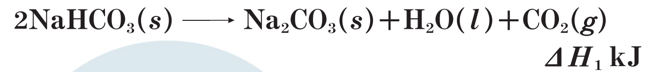
ㄱ. (가)는 $2H_2O(l)$, (나)는 $2H_2O(g)$이다.
ㄴ. $H_2(g)$의 연소 엔탈피(ΔH)는 $\frac{b}{2}$ kJ/몰이다.
ㄷ. 1몰의 물이 모두 기화될 때 엔탈피 변화(ΔH)는 $(b-a)$ kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

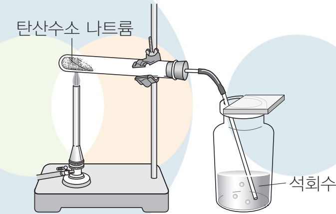
03

6066-0076

다음은 25°C, 1기압에서 탄산수소 나트륨이 분해되는 열화학 반응식과 이때 생성되는 이산화 탄소를 확인하는 실험 장치를 나타낸 것이다.



$$2NaHCO_3(s) \longrightarrow Na_2CO_3(s)+H_2O(l)+CO_2(g) \quad \Delta H_1 \text{ kJ}$$



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, $\Delta H_1>0$이고, 반응 전과 후에 온도와 압력은 일정하다.)

보기

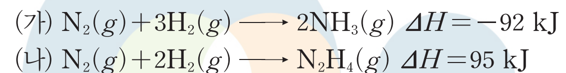
ㄱ. 이 반응은 흡열 반응이다.
ㄴ. 반응물의 엔탈피 총합은 생성물의 엔탈피 총합보다 작다.
ㄷ. 탄산수소 나트륨의 분해 엔탈피(ΔH)는 $\frac{\Delta H_1}{2}$ kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0077

다음은 25°C, 1기압에서 암모니아(NH_3)와 하이드라진(N_2H_4)이 각각 생성되는 열화학 반응식을 나타낸 것이다.



(가) $N_2(g)+3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) \quad \Delta H=-92$ kJ
(나) $N_2(g)+2H_2(g) \longrightarrow N_2H_4(g) \quad \Delta H=95$ kJ

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 25°C에서 $NH_3(g)$의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f)는 −92 kJ/몰이다.
ㄴ. (나)에서 엔탈피 합은 반응물이 생성물보다 작다.
ㄷ. $N_2H_4(g)+H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$의 반응 엔탈피($\Delta H$)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

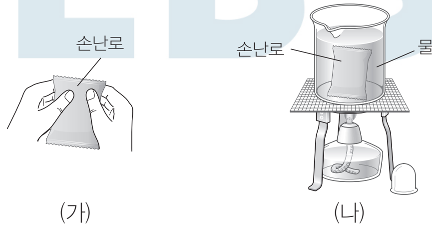
6066-0078

다음은 아세트산 나트륨(CH_3COONa) 수용액이 들어 있는 똑딱이 손난로를 사용한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 아세트산 나트륨(CH_3COONa) 수용액이 들어 있는 손난로 속의 똑딱이 금속에 2~3회 충격을 가했더니 용액 속에서 $CH_3COONa(s)$이 석출되면서 열이 발생하였다.

(나) 더 이상 열이 발생하지 않게 되었을 때 손난로를 비커에 넣고 잠길 정도로 물을 넣은 후 끓였더니 손난로 속의 $CH_3COONa(s)$이 다시 물에 녹아 투명한 용액이 되었다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 $CH_3COONa(s)$이 석출되는 반응은 발열 반응이다.

ㄴ. $CH_3COONa(s)$의 용해 엔탈피(ΔH)는 0보다 작다.

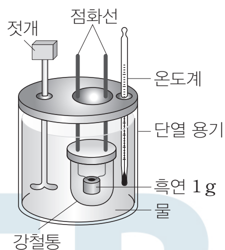
ㄷ. 엔탈피는 $CH_3COONa(s)$이 $CH_3COONa(aq)$보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0079

그림은 흑연의 연소 엔탈피를 알아보기 위한 통열량계를 나타낸 것이다.



1 g의 흑연을 완전 연소시켜 흑연의 연소 엔탈피(ΔH, kJ/몰)를 구하기 위하여 꼭 필요한 자료만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 통열량계(물 포함)의 질량

ㄴ. 통열량계(물 포함)의 열용량

ㄷ. 탄소(C)의 원자량

ㄹ. 연소 전과 후 물의 온도 변화

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

07

6066-0080

표는 수산화 나트륨($NaOH$)과 질산 암모늄(NH_4NO_3) 각 1 g이 물에 녹을 때 출입하는 열량을 나타낸 것이다.

물질	1 g이 물에 녹을 때 출입하는 열량
$NaOH(s)$	a kJ 방출
$NH_4NO_3(s)$	b kJ 흡수

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, a와 b는 양수이고, $NaOH$의 화학식량은 40이다.)

보기

ㄱ. $NaOH(s)$의 용해 엔탈피(ΔH)는 $-40a$ kJ/몰이다.

ㄴ. $NH_4NO_3(s)$이 물에 용해되는 과정의 엔탈피 변화(ΔH)는 0보다 크다.

ㄷ. 같은 온도의 물이 든 2개의 비커에 $NaOH(s)$과 $NH_4NO_3(s)$을 각각 1 g씩 녹이면 $NaOH(aq)$의 온도가 더 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0081

다음은 3가지 반응의 열화학 반응식이다.

(가) $HA(l) \longrightarrow HA(aq) + Q_1$ kJ

(나) $BOH(s) \longrightarrow BOH(aq) + Q_2$ kJ

(다) $HA(aq) + BOH(aq) \longrightarrow BA(aq) + H_2O(l) + Q_3$ kJ

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이며, Q_1, Q_2, Q_3는 모두 양수이다.)

보기

ㄱ. $HA(l)$가 물에 용해될 때 열이 방출된다.

ㄴ. $BOH(s)$ 1몰을 모두 충분한 양의 물에 녹일 때 발생하는 열량은 물의 양에 관계없이 일정하다.

ㄷ. (다)에서 $H_2O(l)$ 2몰이 생성될 때 발생하는 열량은 $2Q_3$ kJ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 22쪽

09

6066-0082

다음은 25°C, 1기압에서 수소($H_2(g)$)와 산소($O_2(g)$)가 반응하는 몇 가지 열화학 반응식을 나타낸 것이다.

- $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(s)$ $\Delta H_1=-291.6$ kJ
- $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$ $\Delta H_2=-285$ kJ
- $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$ $\Delta H_3=-241.8$ kJ
- $2H_2(g)+O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(s)$ $\Delta H_4=?$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $H_2O(l)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 -285 kJ/몰이다.
ㄴ. 물의 융해 엔탈피(ΔH)는 기화 엔탈피(ΔH)보다 크다.
ㄷ. $\Delta H_4=-583.2$ kJ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
(　　)는 어떤 물질 1몰이 가장 안정한 원소로부터 생성될 때 방출하거나 흡수하는 열량으로, 물의 생성 엔탈피는 (　　)의 연소 엔탈피와 같다.

10

6066-0083

표는 25°C, 1기압에서 염화 나트륨(NaCl)과 염화 칼슘($CaCl_2$)의 용해 엔탈피(ΔH)를 나타낸 것이다.

물질	ΔH(kJ/몰)
$NaCl(s)$	3.9
$CaCl_2(s)$	-81.3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, NaCl과 $CaCl_2$의 화학식량은 각각 58.5, 111이다.)

보기

ㄱ. $NaCl(s)$의 용해 반응은 발열 반응이다.
ㄴ. 비커의 물에 $CaCl_2$을 녹이면 비커 안 용액의 온도가 높아진다.
ㄷ. 같은 질량의 NaCl과 $CaCl_2$을 각각 충분한 양의 물에 녹일 때 출입하는 열량의 크기는 $CaCl_2$이 더 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
(　　)는 물질 1몰이 충분한 양의 물에 용해될 때 방출하거나 흡수하는 열량이다.

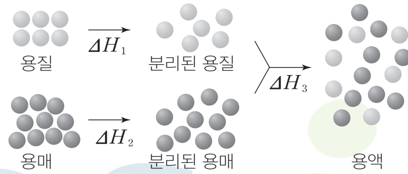
정답
09 생성 엔탈피, 수소(H_2)
10 용해 엔탈피

11
어떤 물질의 용해 엔탈피(ΔH)가 0보다 (작으면 / 크면) 물에 녹일 때 열이 발생하면서 수용액의 온도가 올라간다.

11

▶ 6066-0084

그림은 용해 과정에서의 엔탈피 변화(ΔH)를 나타낸 것이고, 표는 25℃, 1기압에서 물질 AB(s)와 XY(s)의 용해 엔탈피(ΔH)를 나타낸 것이다.



물질	용해 엔탈피(ΔH, kJ/몰)
AB(s)	−76.9
XY(s)	13

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B, X, Y는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. AB(s)가 물에 용해되는 과정에서 $|\Delta H_1+\Delta H_2|$는 $|\Delta H_3|$보다 크다.
ㄴ. XY(s)가 물에 용해될 때 열을 방출한다.
ㄷ. 온도와 질량이 같은 물에 각각 AB(s)와 XY(s)를 1몰씩 녹이면 AB 수용액의 온도가 더 높다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

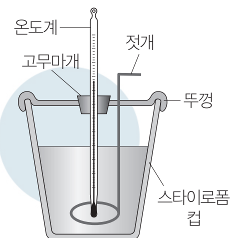
12
(　　)는 산과 염기가 중화되어 물 1몰이 생성될 때 (흡수 / 방출)하는 열량이다.

12

▶ 6066-0085

다음은 스타이로폼 열량계를 이용하여 25℃에서 염산(HCl(aq))과 수산화 나트륨 수용액(NaOH(aq))이 반응할 때의 반응 엔탈피(ΔH)를 구하는 과정을 나타낸 것이다.

[과정]
(가) NaOH(s) 1 g을 증류수 500 mL에 넣고 완전히 녹였더니 Q_1 kJ의 열이 발생하였다.
(나) NaOH(aq)의 온도를 25℃까지 식힌 후, 같은 온도의 HCl(aq)을 넣고 완전히 중화시켰더니 Q_2 kJ의 열이 발생하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?(단, Q_1, Q_2는 양수이고, NaOH의 화학식량은 40이다.)

보기
ㄱ. (가)에서 녹이는 NaOH(s)의 질량을 2 g으로 하여 완전히 녹였을 때 발생하는 열량은 $2Q_1$ kJ이 된다.
ㄴ. NaOH(s)의 용해 엔탈피(ΔH)는 $-Q_1$ kJ/몰이다.
ㄷ. (나)에서 중화 엔탈피(ΔH)는 0보다 작다.

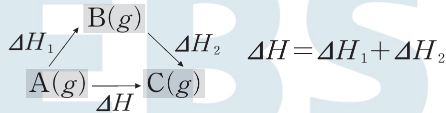
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
11 작으면
12 중화 엔탈피, 방출

헤스 법칙과 에너지 보존

1 헤스 법칙

(1) **헤스 법칙** : 화학 반응이 일어나는 동안에 방출하거나 흡수하는 열량은 반응의 처음과 나중 물질의 종류와 상태가 같으면 반응 경로에 관계없이 항상 일정하다.

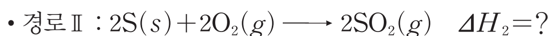


(2) **헤스 법칙의 이용** : 실험으로 직접 측정하기 어려운 화학 반응의 반응 엔탈피(ΔH)를 헤스 법칙을 이용하여 구할 수 있다.

예 헤스 법칙을 이용한 이산화 황($SO_2(g)$)의 생성 엔탈피 구하기



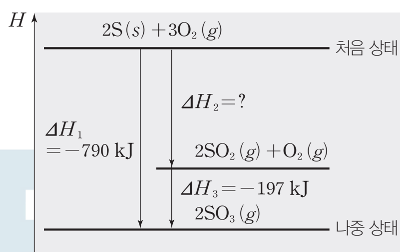
• 경로 Ⅰ : $2S(s)+3O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H_1=-790$ kJ



• 경로 Ⅱ : $2S(s)+2O_2(g) \longrightarrow 2SO_2(g) \quad \Delta H_2=?$



$2SO_2(g)+O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H_3=-197$ kJ

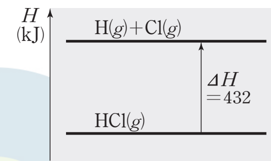


➡ 경로 Ⅰ의 반응 엔탈피는 경로 Ⅱ의 반응 엔탈피의 합과 같으며 $\Delta H_1=\Delta H_2+\Delta H_3$이므로 $\Delta H_2=\Delta H_1-\Delta H_3=-790-(-197)=-593$ kJ이다. 따라서 $SO_2(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 $\frac{-593}{2}=-296.5$ kJ/몰이다.

2 결합 에너지와 반응 엔탈피

(1) **결합 에너지** : 기체 상태의 물질을 구성하는 두 원자 간의 공유 결합 1몰을 끊어 기체 상태의 원자로 만드는 데 필요한 에너지이다.

예 HCl의 결합 에너지 : 수소와 염소 원자 사이의 결합 1몰을 끊는 데 필요한 에너지로 HCl의 결합 에너지는 432 kJ/몰이다.





$HCl(g) \longrightarrow H(g)+Cl(g) \quad \Delta H=432$ kJ

① 결합 에너지와 결합의 세기 : 결합의 세기가 증가할수록 결합을 끊기 어려우므로, 원자 사이의 결합이 강할수록 결합 에너지가 증가한다.

② 같은 원자 사이의 결합이라도 결합 수가 증가할수록 결합 에너지가 증가한다.

예 결합 에너지 : $C-C < C=C < C\equiv C$



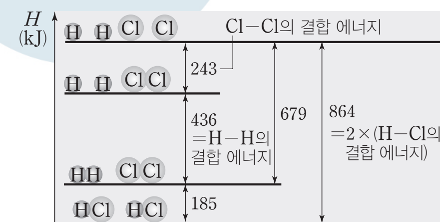
$N-N < N=N < N\equiv N$

(2) **결합 에너지로부터 반응 엔탈피 구하기** : 결합이 끊어질 때 에너지를 흡수($\Delta H>0$)하고, 결합이 생성될 때 에너지를 방출($\Delta H<0$)한다.

반응 엔탈피(ΔH)는 반응물의 결합 에너지 합에서 생성물의 결합 에너지 합을 빼서 구할 수 있다.

반응 엔탈피(ΔH)=반응물의 결합 에너지 합 −생성물의 결합 에너지 합

예 $H_2(g)+Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$의 반응 엔탈피($\Delta H$)

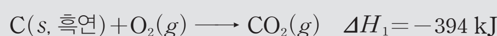


예 ΔH=[$H_2(g)$의 결합 에너지+$Cl_2(g)$의 결합 에너지]
−[2×$HCl(g)$의 결합 에너지]

$\Delta H=436+243-(2\times432)=-185$(kJ)

자료 분석 특강 | 탄소의 연소 반응과 헤스 법칙

❶ 경로 Ⅰ : 탄소가 연소되어 직접 이산화 탄소로 되는 과정

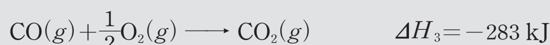


$C(s, 흑연)+O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_1=-394$ kJ

❷ 경로 Ⅱ : 탄소가 불완전 연소되어 일산화 탄소로 되었다가 이산화 탄소로 되는 과정



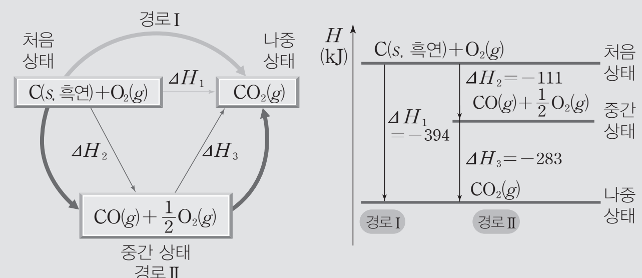
$C(s, 흑연)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) \quad \Delta H_2=-111$ kJ



$CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_3=-283$ kJ

❸ 경로 Ⅱ의 반응 엔탈피의 합은 $\Delta H_2+\Delta H_3=-111+(-283)=-394$ kJ로 경로 Ⅰ의 반응 엔탈피 $\Delta H_1=-394$ kJ과 같다. 따라서 처음과 나중 물질의 종류와 상태가 같으면 반응 경로에 관계없이 출입하는 열량은 같다.

예 탄소의 연소 반응



테마 대표 문제

THEME 06

다음은 25℃에서의 $O_3(g)$에 대한 자료이다. | 2016 대수능 |

- $O_3(g)$의 표준 생성 엔탈피는 a kJ/몰이다.
- $O_3(g) \longrightarrow 3O(g)$의 반응 엔탈피는 b kJ/몰이다.

이 자료로부터 구한 $O_2(g)$의 결합 에너지(kJ/몰)는?

① $\frac{-2a+2b}{3}$ ② $\frac{-2a+3b}{3}$ ③ $\frac{a+2b}{3}$

④ $\frac{2a+2b}{3}$ ⑤ $\frac{3a+2b}{3}$

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | $O_2(g)$의 결합 에너지를 구하기 위해서는 $O_2(g) \longrightarrow 2O(g)$ 반응의 엔탈피 변화를 구해야 한다.

간략 풀이 | 자료로부터 $O_3(g)$의 표준 생성 엔탈피를 구하면 $\frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow O_3(g)$에서 반응 엔탈피는 a kJ이다.

반응 $O_2(g) \longrightarrow \frac{2}{3}O_3(g)$와 $\frac{2}{3}O_3(g) \longrightarrow 2O(g)$의 합으로부터 $O_2(g)$의 결합 에너지를 구하면 $\frac{2a+2b}{3}$이다.

정답 | ④

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 23쪽

다음은 25℃에서의 C(s, 흑연), $CO(g)$에 관한 자료이다. 6066-0086

(가) C(s, 흑연)의 연소 엔탈피는 a kJ/몰이다.
(나) $CO(g)$의 표준 생성 엔탈피는 b kJ/몰이다.

이 자료로부터 구한 $CO(g)$의 연소 엔탈피(kJ/몰)는?

① $a-b$ ② $2a-b$ ③ $\frac{a-b}{2}$

④ $\frac{a-2b}{2}$ ⑤ $\frac{-a+2b}{2}$

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 2가지 열화학 반응식으로부터 헤스 법칙을 이용하여 주어진 엔탈피를 구하는 것은 유사하지만, 결합 에너지가 아닌 연소 엔탈피를 묻고 있는 점은 차이점이다.

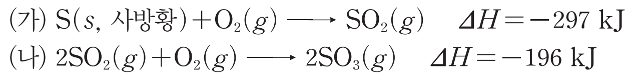
배경 지식 |

- 연소 엔탈피 : 물질 1몰이 완전 연소하여 가장 안정한 생성물이 될 때 방출하는 열량
- 표준 생성 엔탈피 : 25℃, 1기압에서 물질 1몰이 가장 안정한 원소로부터 생성될 때 방출하거나 흡수하는 열량

01

6066-0087

다음은 25℃, 1기압에서의 2가지 연소 반응식이다.



(가) $S(s, \text{사방황}) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g) \quad \Delta H = -297\ \text{kJ}$

(나) $2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H = -196\ \text{kJ}$

위 반응식으로부터 구한 $SO_3(g)$의 생성 엔탈피(kJ/몰)는? (단, 25℃, 1기압에서 사방황은 S의 동소체 중 가장 안정하다.)

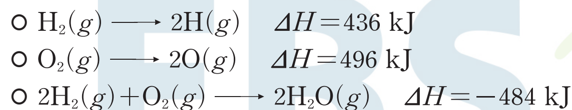
① -98　② -196　③ -297

④ -395　⑤ -790

02

6066-0088

다음은 25℃, 1기압에서의 3가지 열화학 반응식이다.



- $H_2(g) \longrightarrow 2H(g) \quad \Delta H = 436\ \text{kJ}$
- $O_2(g) \longrightarrow 2O(g) \quad \Delta H = 496\ \text{kJ}$
- $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) \quad \Delta H = -484\ \text{kJ}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $H_2(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 -436 kJ/몰이다.

ㄴ. $H_2(g)$의 연소 엔탈피(ΔH)는 -242 kJ/몰이다.

ㄷ. O−H의 결합 에너지는 463 kJ/몰이다.

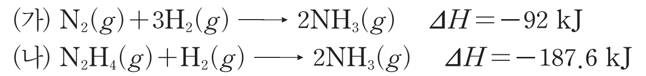
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0089

그림은 암모니아가 생성되는 2가지 열화학 반응식이다.



(가) $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) \quad \Delta H = -92\ \text{kJ}$

(나) $N_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) \quad \Delta H = -187.6\ \text{kJ}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 결합 에너지의 합은 반응물이 생성물보다 크다.

ㄴ. $NH_3(g)$의 분해 엔탈피(ΔH)는 92 kJ/몰이다.

ㄷ. $N_2H_4(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 95.6 kJ/몰이다.

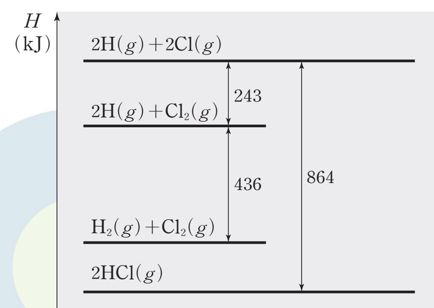
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0090

그림은 25℃, 1기압에서 $H_2(g)$와 $Cl_2(g)$가 반응하여 $HCl(g)$이 생성되는 반응에서의 엔탈피 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 결합 에너지는 H−H가 Cl−Cl보다 크다.

ㄴ. $HCl(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 432 kJ/몰이다.

ㄷ. H−Cl 결합 에너지는 339.5 kJ/몰이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6066-0091

다음은 25℃, 1기압에서 $CO_2(g)$와 $H_2(g)$가 반응하는 열화학 반응식과 25℃, 1기압에서의 몇 가지 반응 엔탈피를 나타낸 것이다.



$$CO_2(g)+H_2(g) \longrightarrow CO(g)+H_2O(l) \quad \Delta H=a\text{ kJ}$$

구분	반응 엔탈피(kJ/몰)
$C(s$, 흑연$)$의 연소 엔탈피	-394
$H_2(g)$의 연소 엔탈피	-121
$CO(g)$의 생성 엔탈피	-55

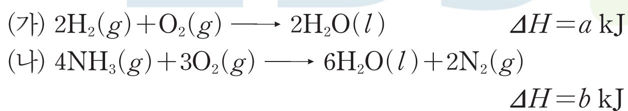
a는?

① 43 ② 167 ③ 218
④ 269 ⑤ 409

06

▶ 6066-0092

다음은 25℃, 1기압에서의 2가지 열화학 반응식이다.



(가) $2H_2(g)+O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) \quad \Delta H=a\text{ kJ}$

(나) $4NH_3(g)+3O_2(g) \longrightarrow 6H_2O(l)+2N_2(g) \quad \Delta H=b\text{ kJ}$

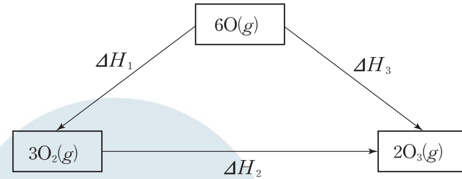
위 식으로부터 구한 $NH_3(g)$의 생성 엔탈피(kJ/몰)는?

① $a-b$ ② $2a+b$ ③ $\frac{3a+b}{2}$
④ $\frac{a-2b}{3}$ ⑤ $\frac{3a-b}{4}$

07

▶ 6066-0093

그림은 25℃, 1기압에서 3가지 반응의 엔탈피 변화(ΔH)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. O=O의 결합 에너지는 $-\frac{\Delta H_1}{3}$이다.

ㄴ. $O_3(g)$의 생성 엔탈피는 $\frac{\Delta H_3}{2}$이다.

ㄷ. $O_3(g)$ 1몰의 결합을 모두 끊는 데 필요한 에너지는 $-\frac{1}{2}(\Delta H_1+\Delta H_2)$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6066-0094

표는 25℃에서 4가지 물질의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)를 나타낸 것이다.

물질	ΔH_f°(kJ/몰)	물질	ΔH_f°(kJ/몰)
$CH_4(g)$	-75	$H_2O(l)$	-286
$CO(g)$	-111	$CO_2(g)$	-394

25℃, 1기압에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $CO_2(g)$의 분해 엔탈피(ΔH)는 -283 kJ/몰이다.

ㄴ. $CH_4(g)$의 연소 엔탈피(ΔH)는 -891 kJ/몰이다.

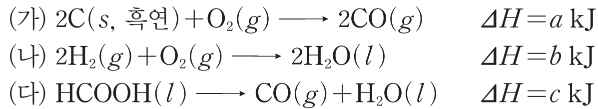
ㄷ. $H_2(g)$의 연소 엔탈피(ΔH)는 -286 kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6066-0095

다음은 25°C, 1기압에서의 3가지 열화학 반응식이다.


(가) $2C(s, \text{흑연}) + O_2(g) \longrightarrow 2CO(g)$ $\Delta H = a$ kJ
(나) $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$ $\Delta H = b$ kJ
(다) $HCOOH(l) \longrightarrow CO(g) + H_2O(l)$ $\Delta H = c$ kJ

(가)~(다)로부터 $HCOOH(l)$의 생성 엔탈피(kJ/몰)를 구하면?

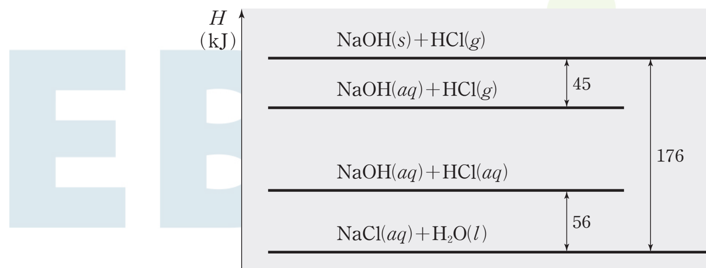
① $\frac{1}{2}(a+b-2c)$ ② $\frac{1}{2}(a-b-c)$ ③ $a+b-c$
④ $2a-b+c$ ⑤ $2(a+b-c)$

09
(　　)(ΔH)는 물질 1몰이 가장 안정한 원소로부터 생성될 때 출입하는 열량이다.

10

6066-0096

그림은 25°C, 1기압에서 수산화 나트륨(NaOH) 수용액과 묽은 염산의 반응에 관련된 몇 가지 반응의 엔탈피 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. $NaOH(s)$이 물에 용해될 때 열이 방출된다.
ㄴ. $HCl(g)$의 용해 엔탈피(ΔH)는 -75 kJ/몰이다.
ㄷ. 중화 엔탈피(ΔH)는 176 kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
(　　)(ΔH)는 산과 염기가 중화되어 물 1몰이 생성될 때 방출되는 열량이며, 산과 염기의 종류에 관계없이 일정하다.

정답
09 생성 엔탈피
10 중화 엔탈피

11
( )(ΔH)는 물질 1 몰이 완전 연소하여 가장 안정한 생성물이 될 때의 엔탈피 변화로, 25℃, 1기압에서 C(s, 흑연)의 연소 엔탈피는 같은 온도와 압력에서 ( )의 생성 엔탈피와 같다.

11

6066-0097

표는 25℃, 1기압에서 몇 가지 물질의 연소 엔탈피와 생성 엔탈피의 일부이다.

물질	C(s, 흑연)	$H_2(g)$	$C_2H_4(g)$	$C_2H_6(g)$
연소 엔탈피(ΔH, kJ/몰)	-390	-285		-1560
생성 엔탈피(ΔH, kJ/몰)			50	x

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C의 원자량은 각각 1, 12이다.)

보기

ㄱ. $H_2(g)$가 연소될 때 열을 방출한다.
ㄴ. $x=-75$이다.
ㄷ. 1 g을 완전 연소시킬 때 발생하는 열량은 $C_2H_4(g)$이 $C_2H_6(g)$보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
물질 1 g을 완전 연소시켰을 때 발생하는 열량은 연소 엔탈피의 절댓값을 그 물질의 ( )으로 나눈 값이다.

12

6066-0098

표는 25℃에서 4가지 물질의 표준 생성 엔탈피를 나타낸 것이다.

물질	ΔH_f°(kJ/몰)	물질	ΔH_f°(kJ/몰)
$H_2O(l)$	-285	$CH_4(g)$	-75
$C_2H_5OH(l)$	-278	$CO_2(g)$	-394

25℃, 1기압에서 $H_2(g)$, $CH_4(g)$, $C_2H_5OH(l)$을 각각 1 g씩 완전 연소시켰을 때 발생하는 열량을 옳게 비교한 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

① $H_2(g)>CH_4(g)>C_2H_5OH(l)$
② $H_2(g)>C_2H_5OH(l)>CH_4(g)$
③ $CH_4(g)>H_2(g)>C_2H_5OH(l)$
④ $CH_4(g)>C_2H_5OH(l)>H_2(g)$
⑤ $C_2H_5OH(l)>H_2(g)>CH_4(g)$

정답
11 연소 엔탈피, $CO_2(g)$
12 화학식량

THEME

07 반응의 자발성

1 엔트로피

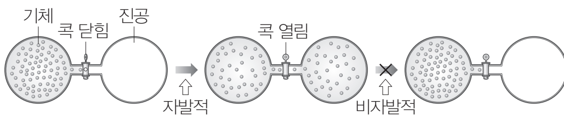
(1) **자발적 과정** : 외부의 영향 없이 스스로 일어나는 변화이다.

예 • 상온에서 얼음이 녹아 물이 된다.
• 뜨거운 물을 공기 중에 두면 식는다.
• 향수 병을 열어 놓으면 향수 냄새가 퍼져 나간다.
• 마그네슘을 묽은 염산에 넣으면 수소 기체가 발생한다.

(2) **엔트로피(S)** : 무질서도를 나타내는 척도로 S로 나타낸다.

① 무질서도가 클수록 엔트로피가 크다.

② 질서 있는 상태에서 무질서한 상태로 진행되는 과정은 자발적인 과정이다. 엔트로피가 작은 상태에서 엔트로피가 큰 상태로 가는 이유는 무질서한 상태로 있을 수 있는 확률이 크기 때문이다.



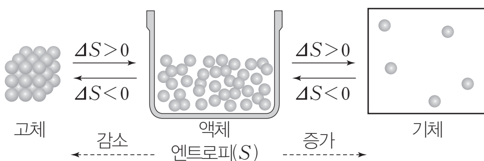
2 엔트로피 변화

(1) **엔트로피 변화(ΔS)** : 분자 수준에서의 엔트로피 변화는 최종 상태의 엔트로피에서 초기 상태의 엔트로피를 뺀 값이다.

$$\Delta S = S_{최종} - S_{초기}$$

• 엔트로피(무질서도)가 증가 : $S_{최종} > S_{초기}$ $\quad \therefore \Delta S > 0$
• 엔트로피(무질서도)가 감소 : $S_{최종} < S_{초기}$ $\quad \therefore \Delta S < 0$

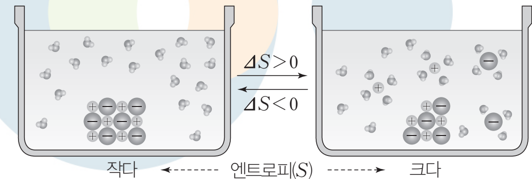
(2) **상변화** : 고체 → 액체 → 기체로 될 때의 상변화에서는 엔트로피가 증가($\Delta S>0$)하고, 기체 → 액체 → 고체로 될 때의 상변화에서는 엔트로피가 감소($\Delta S<0$)한다.



(3) **기체 분자 수 변화** : 화학 반응에서 기체 분자 수가 많아지면 무질서도가 증가하므로 엔트로피가 증가($\Delta S>0$)한다.

(4) **온도 변화** : 온도가 높아지면 분자 운동이 활발해지므로 엔트로피가 증가($\Delta S>0$)한다.

(5) **물질의 용해 과정** : 대부분의 고체 물질이 물에 용해되면 수화된 이온이나 분자들이 용해가 일어나기 전보다 더 자유롭게 운동할 수 있게 되어 엔트로피가 증가($\Delta S>0$)한다.



3 엔트로피와 반응의 자발성

(1) **계와 주위** : 반응이 직접 일어나는 영역 또는 물질을 계라고 하고, 계를 제외한 나머지를 주위라고 한다.

(2) **계의 종류**

① 열린계 : 계와 주위 사이에 물질과 에너지를 모두 교환한다.

② 닫힌계 : 계와 주위 사이에 에너지만 교환한다.

③ 고립계 : 계와 주위 사이에 물질과 에너지를 모두 교환하지 않는다.

(3) **화학 반응의 자발성** : 화학 반응은 계의 엔트로피 변화($\Delta S_{계}$)와 주위의 엔트로피 변화($\Delta S_{주위}$)의 합이 증가하는 방향으로 자발적으로 진행된다.

$$\Delta S_{전체} = \Delta S_{계} + \Delta S_{주위}$$

$\Delta S_{전체} > 0$: 자발적 과정, $\Delta S_{전체} < 0$: 비자발적 과정

① 열린계와 닫힌계 : 열린계는 주위와 물질과 에너지를 모두 교환할 수 있고, 닫힌계는 주위와 에너지를 교환할 수 있으므로 열린계와 닫힌계 모두 전체 엔트로피가 증가하는 과정은 자발적으로 일어난다.

② 고립계 : 주위와 물질과 에너지를 모두 교환하지 않으므로 계의 엔트로피가 증가하는 과정은 항상 자발적으로 일어난다.

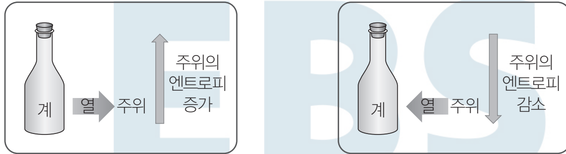
③ 우주는 물질과 에너지를 교환할 수 있는 주위가 없기 때문에 고립계이며, 우주에서 일어나는 자발적인 과정은 항상 엔트로피가 증가하는 방향으로 진행된다.

자료 분석 특강 | 엔트로피 변화와 반응의 자발성

계의 엔트로피 변화($\Delta S_{계}$)	주위의 엔트로피 변화($\Delta S_{주위}$)	전체 엔트로피 변화($\Delta S_{전체}$)	자발성 여부
$\Delta S_{계}>0$	$\Delta S_{주위}>0$	$\Delta S_{전체}>0$	항상 자발적
$\Delta S_{계}<0$	$\Delta S_{주위}<0$	$\Delta S_{전체}<0$	항상 비자발적
$\Delta S_{계}>0$	$\Delta S_{주위}<0$	$\lvert\Delta S_{계}\rvert > \lvert\Delta S_{주위}\rvert$ ➡ $\Delta S_{전체}>0$	자발적
		$\lvert\Delta S_{계}\rvert < \lvert\Delta S_{주위}\rvert$ ➡ $\Delta S_{전체}<0$	비자발적
$\Delta S_{계}<0$	$\Delta S_{주위}>0$	$\lvert\Delta S_{계}\rvert > \lvert\Delta S_{주위}\rvert$ ➡ $\Delta S_{전체}<0$	비자발적
		$\lvert\Delta S_{계}\rvert < \lvert\Delta S_{주위}\rvert$ ➡ $\Delta S_{전체}>0$	자발적

4 자유 에너지

(1) 계의 엔탈피 변화($\Delta H_{계}$)와 주위의 엔트로피 변화($\Delta S_{주위}$)의 관계 : 화학 반응이 일어날 때 계는 주위에서 열을 흡수하거나 주위로 열을 방출하는데, 주위의 엔트로피 변화는 이러한 에너지의 출입에 영향을 받는다. 따라서 주위의 엔트로피 변화($\Delta S_{주위}$)는 계의 엔탈피 변화($\Delta H_{계}$)에 비례하고 부호는 서로 반대이다.



계에서 열을 방출
- 계의 엔탈피 변화 : $\Delta H_{계}<0$
- 주위의 엔트로피 변화 : $\Delta S_{주위}>0$

계에서 열을 흡수
- 계의 엔탈피 변화 : $\Delta H_{계}>0$
- 주위의 엔트로피 변화 : $\Delta S_{주위}<0$

(2) 주위의 엔트로피 변화($\Delta S_{주위}$)와 온도(T)의 관계 : $\Delta S_{주위}$는 절대 온도(T)에 반비례한다.

$$\Delta S_{주위}=-\frac{\Delta H_{계}}{T}$$

(3) 자유 에너지(G) : 온도와 압력이 일정한 조건에서 화학 반응의 자발성 여부를 판단하기 위해 주위와 관계없이 계의 성질만으로 나타낸 것이다.

$$\Delta S_{전체}=\Delta S_{계}+\Delta S_{주위}=\Delta S_{계}+\left(-\frac{\Delta H_{계}}{T}\right)$$
$$\Rightarrow -T\Delta S_{전체}=\Delta H_{계}-T\Delta S_{계}=\Delta G$$
$$\therefore \Delta G=\Delta H_{계}-T\Delta S_{계}$$

① ΔG는 계의 엔탈피 변화($\Delta H_{계}$)와 계의 엔트로피 변화($\Delta S_{계}$)로 설명할 수 있고, $\Delta H_{계}$와 $\Delta S_{계}$를 간단히 ΔH와 ΔS로 나타낸다.

② $\Delta S_{전체}>0$일 때 반응이 자발적으로 진행되므로 ΔG와 $\Delta S_{전체}$의 관계를 이용하여 반응의 자발성을 설명할 수 있다.

$$\Delta G=\Delta H-T\Delta S_{계}=-T\Delta S_{전체}$$
$\Delta S_{전체}>0 \Rightarrow \Delta G<0$: 자발적
$\Delta S_{전체}<0 \Rightarrow \Delta G>0$: 비자발적

③ ΔG와 반응의 자발성

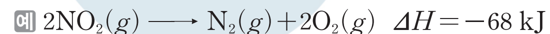
자발적 반응	$\Delta S_{전체}>0 \Rightarrow \Delta G<0$
평형 상태	$\Delta S_{전체}=0 \Rightarrow \Delta G=0$
비자발적 반응	$\Delta S_{전체}<0 \Rightarrow \Delta G>0$

(4) 자유 에너지 변화(ΔG)의 온도 의존성 : 자유 에너지 변화(ΔG)의 엔트로피 부분인 $T\Delta S$는 온도에 의존하므로 온도에 따라 반응이 자발적일 수도 있고 비자발적일 수도 있다.

5 자유 에너지와 반응의 자발성

(1) $\Delta H<0$, $\Delta S>0$인 경우 : 모든 온도에서 항상 자발적이다.

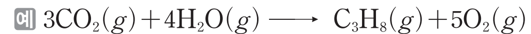
예 $2NO_2(g) \longrightarrow N_2(g)+2O_2(g)$ $\Delta H=-68$ kJ



기체 분자 수가 증가하는 반응이므로 $\Delta S>0$이다.
$\Rightarrow \Delta G=\Delta H-T\Delta S$에서 $\Delta H<0$이고, $T\Delta S>0$이므로 ΔG는 항상 0보다 작다.

(2) $\Delta H>0$, $\Delta S<0$인 경우 : 모든 온도에서 항상 비자발적이다.

예 $3CO_2(g)+4H_2O(g) \longrightarrow C_3H_8(g)+5O_2(g)$ $\Delta H=2038$ kJ



기체 분자 수가 감소하는 반응이므로 $\Delta S<0$이다.
$\Rightarrow \Delta G=\Delta H-T\Delta S$에서 $\Delta H>0$이고, $T\Delta S<0$이므로 ΔG는 항상 0보다 크다.

(3) $\Delta H<0$, $\Delta S<0$인 경우

예 물이 어는 과정 : 발열 과정($\Delta H<0$)이고 액체가 고체로 되는 과정이므로 엔트로피는 감소($\Delta S<0$)한다.
- 낮은 온도에서는 $|\Delta H|>|T\Delta S|$이므로 $\Delta G<0$이고 물이 어는 과정은 자발적이다.
- 높은 온도에서는 $|\Delta H|<|T\Delta S|$이므로 $\Delta G>0$이고 물이 어는 과정은 비자발적이다.

(4) $\Delta H>0$, $\Delta S>0$인 경우

예 얼음이 녹는 과정 : 흡열 과정($\Delta H>0$)이고 고체가 액체로 되는 과정이므로 엔트로피는 증가($\Delta S>0$)한다.
- 낮은 온도에서는 $|\Delta H|>|T\Delta S|$이므로 $\Delta G>0$이고 얼음이 녹는 과정은 비자발적이다.
- 높은 온도에서는 $|\Delta H|<|T\Delta S|$이므로 $\Delta G<0$이고 얼음이 녹는 과정은 자발적이다.

자료 분석 특강 | 엔탈피 변화, 엔트로피 변화, 자유 에너지 변화와 반응의 자발성

엔탈피 변화(ΔH)	엔트로피 변화(ΔS)	자유 에너지 변화(ΔG)	자발성 여부
발열 반응 $\Delta H<0$	$\Delta S>0$	모든 온도에서 $\Delta G<0$	항상 자발적
	$\Delta S<0$	낮은 온도에서 $\lvert\Delta H\rvert>\lvert T\Delta S\rvert \Rightarrow \Delta G<0$	자발적
		높은 온도에서 $\lvert\Delta H\rvert<\lvert T\Delta S\rvert \Rightarrow \Delta G>0$	비자발적
흡열 반응 $\Delta H>0$	$\Delta S>0$	낮은 온도에서 $\lvert\Delta H\rvert>\lvert T\Delta S\rvert \Rightarrow \Delta G>0$	비자발적
		높은 온도에서 $\lvert\Delta H\rvert<\lvert T\Delta S\rvert \Rightarrow \Delta G<0$	자발적
	$\Delta S<0$	모든 온도에서 $\Delta G>0$	항상 비자발적

테마 대표 문제 THEME 07

다음은 25℃에서의 2가지 열화학 반응식이다. | 2016 대수능 |


(가) $S(s, \text{사방황}) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$ $\Delta H = -297\ kJ,\ \Delta S > 0$


(나) $2H_2S(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) + 2SO_2(g)$ $\Delta H = -1124\ kJ$

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃에서 사방황은 S의 동소체 중 가장 안정하다.) [3점]

보기

ㄱ. 반응 (가)의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.
ㄴ. 닫힌계에서 반응 (나)가 일어날 때, 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄷ. 표준 생성 엔탈피는 $H_2O(l)$이 $H_2S(g)$보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 일정 온도에서의 표준 생성 엔탈피는 1기압에서 성분 원소로부터 물질 1몰이 생성될 때 출입하는 에너지이다.

간략 풀이 | ㄱ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$이므로 (가)에서 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$이 되어 $\Delta G < 0$이다.

ㄴ. 닫힌계에서는 물질은 교환할 수 없고 열에너지만 교환되므로 반응 (나)가 일어나면 주위로 열이 방출되어 주위의 엔트로피가 증가한다.

ㄷ. $H_2O(l)$과 $H_2S(g)$의 표준 생성 엔탈피의 차는 $\frac{1}{2}$(나)−(가)로부터 구할 수 있고 −265 kJ이므로 $H_2O(l)$의 표준 생성 엔탈피가 $H_2S(g)$보다 작다.

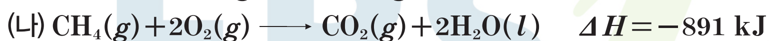
정답 | ③

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 26쪽

다음은 25℃에서의 2가지 열화학 반응식이다. 6066-0099


(가) $C(s, \text{흑연}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -394\ kJ,\ \Delta S > 0$


(나) $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ $\Delta H = -891\ kJ$

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 반응 (가)의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.
ㄴ. 닫힌계에서 반응 (나)가 일어날 때, 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄷ. 표준 생성 엔탈피는 $H_2O(l)$이 $CH_4(g)$보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 주어진 엔탈피 변화와 엔트로피 변화로부터 자유 에너지의 변화와 주위의 엔트로피를 판단하는 것은 유사하지만, 헤스 법칙을 이용하여 2가지 물질의 표준 생성 엔탈피를 비교할 때 화학 반응식에서 두 물질의 반응 계수가 서로 다른 것은 차이점이다.

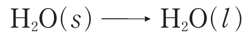
배경 지식 |

• 자유 에너지(G) : 온도와 압력이 일정한 조건에서 화학 반응의 자발성 여부를 판단하기 위해 주위와 관계없이 계의 성질만으로 나타낸 것으로, 자유 에너지 변화(ΔG)가 0보다 큰 반응은 비자발적이고, 0보다 작은 반응은 자발적으로 일어난다.

01

▶ 6066-0100

다음은 얼음이 녹아 물로 되는 화학 반응식이다.



$$H_2O(s) \longrightarrow H_2O(l)$$

25°C, 1기압의 닫힌계에서 얼음이 녹아 물로 될 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 계의 엔탈피 변화($\Delta H_{계}$)는 0보다 크다.
ㄴ. 계와 주위의 엔트로피 변화의 합($\Delta S_{계}+\Delta S_{주위}$)은 0보다 크다.
ㄷ. 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 6066-0101

다음은 3가지 화학 반응식이다.

(가) $2Cu_2O(s) \longrightarrow 4Cu(s)+O_2(g)$
(나) $NH_3(g)+HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$
(다) $2H_2O(l) \longrightarrow 2H_2(g)+O_2(g)$

계의 엔트로피 변화(ΔS)가 양수인 것만을 있는 대로 고른 것은?

① (가) ② (나) ③ (가), (다)
④ (나), (다) ⑤ (가), (나), (다)

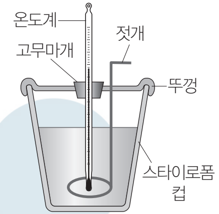
03

▶ 6066-0102

다음은 $NH_4NO_3(s)$이 물에 자발적으로 용해될 때의 온도 변화를 측정한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 스타이로폼 컵에 물을 넣은 후 물의 온도를 측정하였더니 23.8°C이었다.
(나) $NH_4NO_3(s)$을 넣고 완전히 녹인 후 온도를 측정하였더니 17.3°C이었다.



$NH_4NO_3(s)$의 용해 과정에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $NH_4NO_3(s)$은 물에 녹을 때 열을 흡수한다.
ㄴ. NH_4NO_3의 엔트로피는 증가한다.
ㄷ. 모든 온도에서 자발적인 반응이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 6066-0103

다음은 25°C에서 $A(s)$와 $B(g)$가 반응하여 $C(g)$가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$A(s)+B(g) \longrightarrow C(g) \quad \Delta H<0,\ \Delta S>0$$

이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

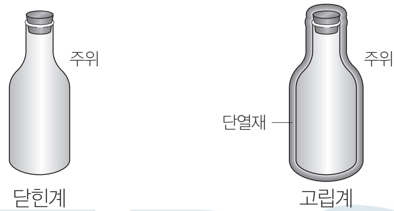
ㄱ. 25°C일 때, 닫힌계에서 이 반응이 진행될 때 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄴ. 온도에 관계없이 항상 자발적이다.
ㄷ. 온도가 높아지면 자유 에너지 변화(ΔG)는 감소한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0104

그림은 닫힌계와 고립계를 각각 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 우주는 닫힌계이다.
ㄴ. 닫힌계에서 발열 반응이 일어날 때 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄷ. 고립계에서 계의 엔트로피가 증가하는 반응은 항상 자발적이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0105

다음은 25℃, 1기압에서 $X_2(g)$와 $Y_2(g)$가 반응하여 $XY_2(g)$가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$X_2(g)+2Y_2(g) \longrightarrow 2XY_2(g) \qquad \Delta H<0$$

25℃, 1기압의 닫힌계에서 이 반응이 자발적으로 일어날 때, 이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, X, Y는 임의의 원소 기호이다.)

보기

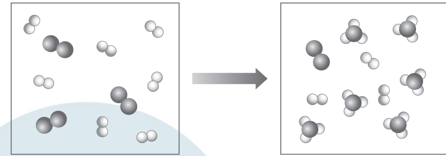
ㄱ. 발열 반응이다.
ㄴ. 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄷ. 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0106

그림은 $A_2(g)$와 $B_2(g)$가 반응하여 $AB_3(g)$가 생성되는 반응에서 단위 부피에 들어 있는 분자를 모형으로 나타낸 것이다.



25℃의 닫힌계에서 이 반응이 자발적으로 일어날 때, 이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

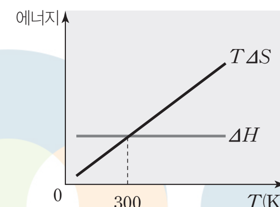
ㄱ. 계에서 주위로 열이 이동한다.
ㄴ. 주위의 엔트로피가 감소한다.
ㄷ. 25℃보다 낮은 온도에서 이 반응은 비자발적이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0107

그림은 반응 $A(g) \longrightarrow 2B(g)$에 대하여 온도에 따른 ΔH와 $T\Delta S$를 나타낸 것이다. ΔH는 반응 엔탈피, ΔS는 반응 엔트로피이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 200 K의 닫힌계에서 이 반응이 진행될 때 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄴ. 300 K에서 자유 에너지 변화(ΔG)는 0이다.
ㄷ. 400 K에서 이 반응은 자발적이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6066-0108

그림은 실온에 놓아 둔 드라이아이스가 승화되고 있는 모습을 나타낸 것이다.



드라이아이스의 승화 과정에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ΔH는 반응 엔탈피, T는 절대 온도를 나타낸다.)

보기

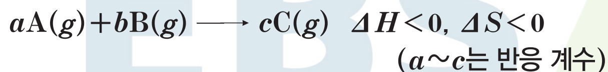
ㄱ. 드라이아이스의 엔트로피 변화(ΔS)는 0보다 크다.
ㄴ. 계에서 주위로 열이 이동한다.
ㄷ. $|\Delta H| > |T\Delta S|$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6066-0109

다음은 25°C, 1기압에서 어떤 반응의 열화학 반응식이다.



$$aA(g)+bB(g) \longrightarrow cC(g) \quad \Delta H<0,\ \Delta S<0$$

(a~c는 반응 계수)

이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 닫힌계에서의 반응이다.)

보기

ㄱ. $a+b<c$이다.
ㄴ. 25°C에서 반응이 일어날 때 계에서 주위로 열이 이동한다.
ㄷ. 모든 온도에서 자발적이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

6066-0110

다음은 온도 T K, 1기압에서 일산화 질소(NO)와 산소(O_2)가 반응하여 이산화 질소(NO_2)가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$2NO(g)+O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g) \quad \Delta H<0$$

이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

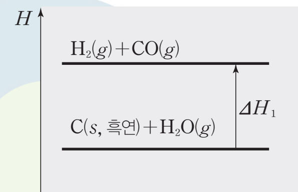
ㄱ. 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄴ. 계의 엔트로피는 감소한다.
ㄷ. $T>\frac{\Delta H}{\Delta S}$인 조건일 때 이 반응은 비자발적이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6066-0111

그림은 25°C, 1기압에서 C(s, 흑연)가 $H_2O(g)$와 반응하여 $H_2(g)$와 $CO(g)$가 생성되는 반응의 엔탈피 변화(ΔH)를 나타낸 것이다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 흡열 반응이다.
ㄴ. 계의 엔트로피가 증가한다.
ㄷ. 온도에 관계없이 항상 비자발적이다.

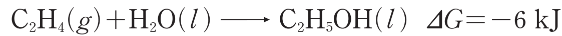
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 28쪽

13

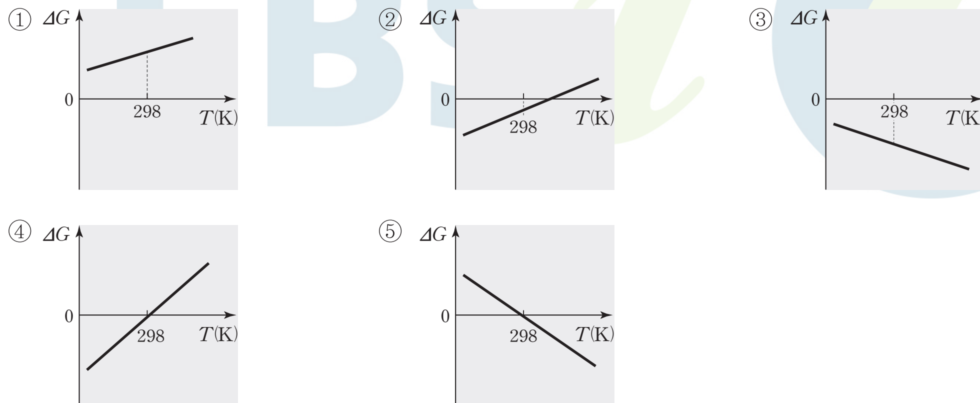
6066-0112

다음은 25℃, 1기압에서 에텐(C_2H_4)이 물(H_2O)과 반응하여 에탄올(C_2H_5OH)이 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$C_2H_4(g)+H_2O(l) \longrightarrow C_2H_5OH(l) \quad \Delta G=-6\ \text{kJ}$$

이 반응에 대하여 1기압에서 온도(T)에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)를 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?



13

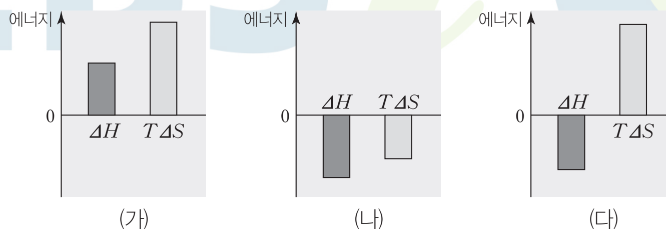
가로축을 온도(T(K)), 세로축을 자유 에너지 변화(ΔG)로 하여 $\Delta G=\Delta H-T\Delta S$를 그래프로 나타내면 0 K에서의 ΔG 값은 (　　)이고, 기울기는 (　　)가 된다.

14

6066-0113

다음은 3가지 반응 Ⅰ~Ⅲ을 나타낸 것이고, 그림 (가)~(다)는 25℃, 1기압에서 반응 Ⅰ~Ⅲ의 ΔH와 $T\Delta S$를 순서 없이 나타낸 것이다. ΔH는 반응 엔탈피, T는 절대 온도, ΔS는 반응 엔트로피이다.

[반응]
Ⅰ. 수증기가 물로 된다.
Ⅱ. 드라이아이스가 승화되어 기체로 된다.
Ⅲ. 프로페인(C_3H_8)이 완전 연소되어 이산화 탄소와 수증기가 생성된다.



(가)~(다)에 해당하는 반응을 옳게 고른 것은?

① Ⅰ ― (가)　　② Ⅰ ― (다)　　③ Ⅱ ― (가)
④ Ⅱ ― (나)　　⑤ Ⅲ ― (나)

14

수증기($H_2O(g)$)가 물($H_2O(l)$)이 될 때는 기체가 액체로 변하므로 엔트로피는 (　　)하고, 열이 방출되는 반응이므로 엔탈피는 (　　)한다.

정답

13 ΔH, $-\Delta S$
14 감소, 감소

15
고체가 반응하여 기체가 생성되는 흡열 반응에서는 엔트로피는 (   )하고 엔탈피는 (   )한다.

16
$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$이므로 $\Delta H > T\Delta S$이면 이 반응은 (   )이고, $\Delta H < T\Delta S$이면 이 반응은 (   )이다.

정답
15 증가, 증가
16 비자발적, 자발적

15

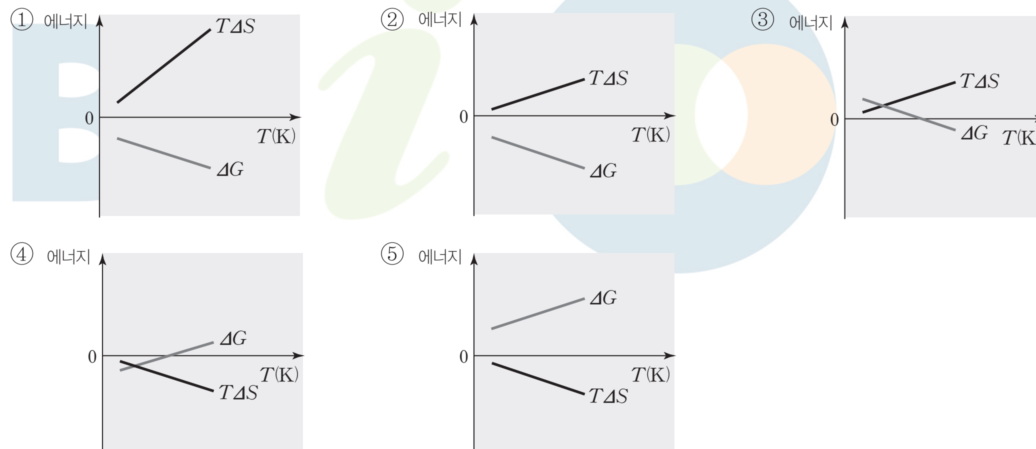
6066-0114

다음은 탄소가 25℃, 1기압에서 산화철(Fe_2O_3)을 환원시켜 철을 만드는 반응의 열화학 반응식이다.



$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \longrightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g) \quad \Delta H > 0$$

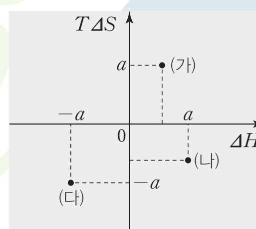
이 반응에 대하여 1기압에서 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)와 $T\Delta S$를 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, ΔS는 반응 엔트로피이다.)



16

6066-0115

그림은 25℃, 1기압에서 반응 (가)~(다)의 ΔH와 $T\Delta S$를 나타낸 것이다. ΔH는 반응 엔탈피, T는 절대 온도, ΔS는 반응 엔트로피이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

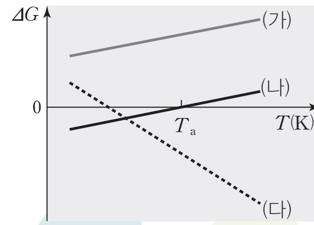
보기
ㄱ. 25℃에서 (가)는 자발적으로 일어난다.
ㄴ. (나)는 온도에 관계없이 자유 에너지 변화(ΔG)가 0보다 크다.
ㄷ. 25℃에서 (다)는 엔트로피가 감소하는 반응이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

6066-0116

그림은 1기압에서 3가지 반응 (가)~(다)에 대하여 온도(T)에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)와 (다)는 발열 반응이다.
ㄴ. (가)와 (나)는 계의 엔트로피가 증가하는 반응이다.
ㄷ. T_a K보다 높은 온도에서 (다)는 자발적으로 일어난다.

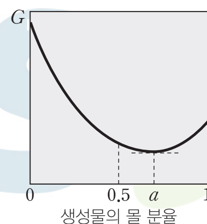
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17
반응이 자발적으로 일어나려면 자유 에너지 변화(ΔG)가 0보다 (커야 / 작아야) 한다.

18

6066-0117

그림은 온도 T K에서 반응 $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$의 생성물의 몰 분율에 따른 자유 에너지($G$)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. T K에서 자유 에너지 변화(ΔG)가 0일 때, 몰 분율은 반응물이 생성물보다 크다.
ㄴ. 생성물의 몰 분율이 0.5일 때 정반응이 우세하게 진행된다.
ㄷ. 생성물의 몰 분율이 a보다 클 때 정반응은 자발적으로 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18
가역 반응에서 $\Delta G=0$일 때 화학 반응의 정반응 속도와 역반응 속도는 (   )고, 정반응의 $\Delta G>0$이면 (   )이 우세하게 진행된다.

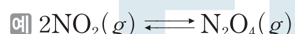
정답
17 작아야
18 같, 역반응

화학 평형과 평형 상수

1 화학 평형

(1) 가역 반응과 비가역 반응

① 가역 반응 : 반응 조건(농도, 압력, 온도 등)에 따라 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응이다.

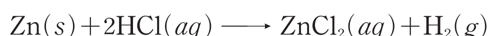
예 
$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$

② 비가역 반응 : 한쪽 방향으로만 진행되는 반응이다.

예 • 중화 반응 :


$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

• 기체 발생 반응 :

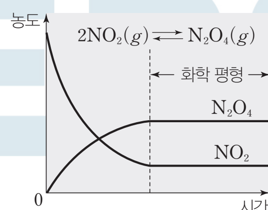

$Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

(2) 화학 평형 상태

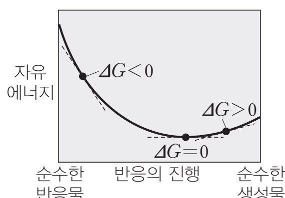
① 겉으로 보기에는 반응이 정지된 것처럼 보이지만, 실제로는 정반응과 역반응이 같은 속도로 계속 일어나고 있는 동적 평형 상태이다.

② 가역 반응에서 반응물의 농도와 생성물의 농도가 일정하게 유지되는 상태이다.

예 $NO_2(g)$와 $N_2O_4(g)$의 화학 평형



③ 일정한 온도와 압력에서 자유 에너지(G)의 변화가 없는 상태($\Delta G=0$)이다.



• $\Delta G<0$: 정반응이 자발적(역반응이 비자발적)

• $\Delta G>0$: 정반응이 비자발적(역반응이 자발적)

• $\Delta G=0$: 평형 상태(자유 에너지가 최소인 지점)

2 평형 상수

(1) 화학 평형의 법칙 : 일정한 온도에서 어떤 가역 반응이 평형 상태에 있을 때, 반응물의 농도 곱에 대한 생성물의 농도 곱의 비는 항상 일정하다.

(2) 평형 상수(K) : A와 B가 반응하여 C와 D가 생성되는 반응에서 평형 상수(K)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$aA(g)+bB(g) \rightleftharpoons cC(g)+dD(g) \quad K=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

① 평형 상수는 온도에 의해서만 달라지며, 농도나 기체의 압력에 의해서 달라지지 않는다.

② 고체, 액체는 평형 상수식에 포함시키지 않는다.

(3) 평형 상수(K)의 의미

① $K>1$일 때 : 평형 상태에서 반응물의 농도 곱에 비해 생성물의 농도 곱이 크다.

② $K<1$일 때 : 평형 상태에서 생성물의 농도 곱에 비해 반응물의 농도 곱이 크다.

(4) 화학 반응의 진행 방향 예측

① 반응 지수(Q) : 평형 상수식에 반응물과 생성물의 현재 농도를 대입하여 구한 값이다.

② 반응 지수(Q)를 평형 상수(K)와 비교하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.

• $Q<K$인 경우 : Q값이 증가해야 하므로 정반응이 우세하게 진행된다.

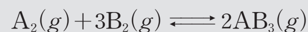
• $Q=K$인 경우 : 평형 상태이다.

• $Q>K$인 경우 : Q값이 감소해야 하므로 역반응이 우세하게 진행된다.

자료 분석 특강 | 평형 상수(K)의 계산

온도 T에서 1 L의 강철 용기에 $A_2(g)$와 $B_2(g)$를 각각 2몰씩 넣고 반응시켰을 때, 평형 상태에서 $AB_3(g)$ 1몰이 생성되었다. 평형 상수는 다음과 같은 과정에 의해 구한다.

❶ 화학 반응식을 완성한다. ➡ 반응물을 왼쪽에, 생성물을 오른쪽에 쓰고 반응식의 계수를 맞춘다.


$A_2(g)+3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$

❷ 화학 반응의 양적 관계를 이용하여 평형 상태에서 각 물질의 몰수를 구한다.

➡ 반응 계수가 2인 AB_3가 1몰 생성되므로 계수가 1인 A_2는 0.5몰, 계수가 3인 B_2는 1.5몰 반응한다.

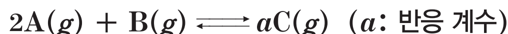
	A_2	+ $3B_2$	$\rightleftharpoons$ $2AB_3$	
처음 몰수(몰)	2	2	0	
반응 몰수(몰)	−0.5	−1.5	+1	(반응 몰수 비는 계수 비와 같다)
평형 몰수(몰)	1.5	0.5	1	(평형 상태의 몰수 비는 계수 비와는 관계가 없다)

❸ 평형 상수식에 평형 농도를 대입하여 평형 상수를 구한다. ➡ 몰 농도는 $\frac{\text{몰수(몰)}}{\text{부피(L)}}$이므로 부피가 1 L이면 몰 농도는 몰수와 같다.

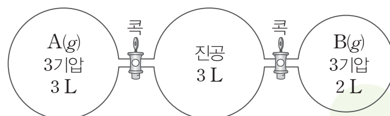
$$K=\frac{[AB_3]^2}{[A_2][B_2]^3}=\frac{1^2}{1.5\times0.5^3}=\frac{16}{3}$$

테마 대표 문제

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다. | 2016 6월 모의평가 |



그림은 기체 A와 B가 용기에 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



두 콕을 열어 기체가 반응하여 도달한 평형 상태 Ⅰ에서 A, B, C의 몰수는 각각 $4n$, $3n$, $3n$이고, 평형 상태 Ⅰ에서 기체 C를 $3n$몰 추가하면 새로운 평형 상태 Ⅱ에 도달한다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

보기

ㄱ. 평형 상태 Ⅰ에서 평형 상수(K)는 $\frac{9}{16}$이다.

ㄴ. 평형 상태 Ⅰ에서 혼합 기체의 압력은 $\frac{5}{4}$기압이다.

ㄷ. 혼합 기체의 압력은 평형 상태 Ⅱ에서가 Ⅰ에서의 $\frac{13}{10}$배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

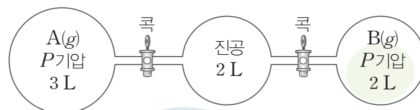
닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 29쪽

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다. 6066-0118



그림은 기체 A와 B가 용기에 들어 있는 것을 나타낸 것이다.



두 콕을 열어 기체가 반응하여 도달한 평형 상태 Ⅰ에서 A, B, C의 몰수는 각각 $2n$, n, $2n$이고, 평형 상태 Ⅰ에서 기체 C를 x몰 추가하면 새로운 평형 상태 Ⅱ에 도달한다. 혼합 기체의 압력은 평형 상태 Ⅱ에서가 Ⅰ에서의 1.6배이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

ㄱ. 평형 상태 Ⅰ에서 평형 상수(K)는 2이다.

ㄴ. 평형 상태 Ⅰ에서 혼합 기체의 압력은 $\frac{5}{7}P$기압이다.

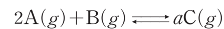
ㄷ. $x=3n$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 일정한 온도(T)에서 기체의 압력(P)은 $\frac{몰수(n)}{부피(V)}$에 비례한다.

간략 풀이 | 일정한 온도에서 기체의 몰수는 PV에 비례하므로 A, B의 처음 몰수를 $9m$, $6m$이라 하면



	2A(g)	B(g)	aC(g)
처음(몰)	$9m$	$6m$	
반응(몰)	$-2x$	$-x$	$+ax$
평형(몰)	$9m-2x$ $(=4n)$	$6m-x$ $(=3n)$	ax $(=3n)$

$x=n=1.5m$, $a=3$이다.

ㄱ. $K=\frac{\left(\frac{3n}{8}\right)^3}{\left(\frac{4n}{8}\right)^2\left(\frac{3n}{8}\right)}=\frac{9}{16}$이다.

ㄴ. 반응 전 A(g)의 부피가 3 L, 몰수가 $9m$이므로 $\frac{몰수}{부피}=\frac{9m}{3}=3m$이고 이는 3기압에 해당한다. 평형 상태 Ⅰ에서 $\frac{몰수}{부피}=\frac{15m}{8}$이므로 압력은 $\frac{15}{8}$기압이다.

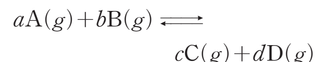
ㄷ. 반응 전과 후의 전체 기체의 몰수는 변화가 없으므로 C가 $3n$몰 추가되어 새로운 평형 상태 Ⅱ에 도달하면 전체 몰수는 $10n+3n=13n$몰이고, 평형 상태 Ⅰ에서 전체 기체의 몰수는 $10n$이다. 따라서 혼합 기체의 압력은 평형 상태 Ⅱ에서가 Ⅰ에서의 $\frac{13}{10}$배이다.

정답 | ④

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 일정한 온도(T)에서 기체의 압력(P)은 $\frac{몰수(n)}{부피(V)}$에 비례한다는 것을 이용하여 평형 상태에서의 압력을 구하는 것은 유사하지만, 압력을 비교하여 추가한 물질의 몰수를 구하는 점이 다르다.

배경 지식 | • $PV=nRT$에서,
– 온도(T)가 일정할 때
➡ 압력(P) $\propto \frac{몰수(n)}{부피(V)}$
– 온도(T)와 부피(V)가 일정할 때
➡ 압력(P) $\propto$ 몰수(n)
• 반응물과 생성물의 계수의 합이 서로 같은 반응($a+b=c+d$)에서



평형 상수(K)$=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}=\frac{(n_C)^c(n_D)^d}{(n_A)^a(n_B)^b}$

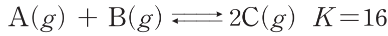
([X] : X의 몰 농도, n_X : X의 몰수)

정답과 해설 29쪽

01

6066-0119

다음은 온도 T에서 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식과 평형 상수(K)이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 온도는 T로 일정하다.)

① 평형 상태에서 $[C]^2>[A][B]$이다.
② 평형 상태에서 항상 $[A]:[B]=1:1$이다.
③ 평형 상태에서 정반응과 역반응은 모두 일어나지 않는다.
④ $\frac{1}{2}A(g)+\frac{1}{2}B(g) \rightleftharpoons C(g)$ 반응의 평형 상수(K)는 8이다.
⑤ $2C(g) \rightleftharpoons A(g)+B(g)$ 반응의 평형 상수(K)는 16이다.

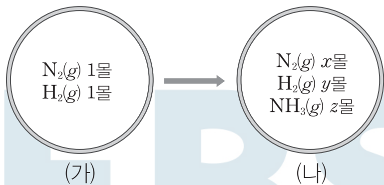
02

6066-0120

다음은 온도 T에서 질소(N_2)와 수소(H_2)가 반응하여 암모니아(NH_3)를 생성하는 화학 반응식과 평형 상수(K)이다.



그림 (가)는 강철 용기에 $N_2(g)$와 $H_2(g)$를 넣은 초기 상태를, (나)는 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하다.)

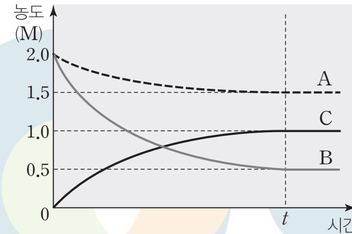
보기
ㄱ. (나)에서 정반응 속도와 역반응 속도가 같다.
ㄴ. (나)에서 $x:y:z=1:3:2$이다.
ㄷ. (가)에서 N_2와 H_2를 각각 2몰씩 넣어 반응시키면 평형 상수는 2배가 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

03

6066-0121

그림은 1 L의 강철 용기에 기체 A와 B를 각각 2몰씩 넣고 반응시켜 기체 C를 생성할 때 시간에 따른 반응물과 생성물의 농도를 나타낸 것이다. 시간 t에서 평형에 도달하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 화학 반응식에서 물질의 계수는 가장 간단한 정수 비로 나타낸다.)

보기
ㄱ. 화학 반응식은 $A(g)+3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$이다.
ㄴ. 평형 상수(K)는 $\frac{16}{3}$이다.
ㄷ. 1 L의 강철 용기에 A~C를 각각 0.2몰씩 넣고 반응시키면 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 반응이 우세하게 진행된 후 평형에 도달한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

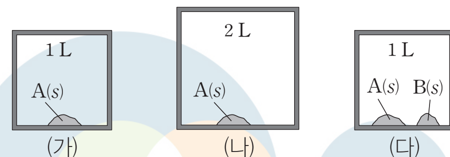
04

6066-0122

다음은 A가 분해되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 온도 T에서 강철 용기 (가)~(다)에 $A(s)$와 $B(s)$를 넣은 모습을 각각 나타낸 것이다. A와 B는 승화하지 않으며, $B(s)$는 분해되지 않는다.



충분한 시간이 흘러 각각 물질 A~C 사이의 평형에 도달하였을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)의 온도는 일정하고, 고체의 부피는 무시한다.)

보기
ㄱ. 용기 내 압력은 (가)와 (나)가 같다.
ㄴ. 용기 내 기체의 몰수는 (나)와 (다)가 같다.
ㄷ. (가)에서 $A(s)$ 대신 $B(s)$만 넣고 충분한 시간이 흘렀을 때 용기 내 압력은 (가)에서 평형에 도달했을 때와 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

05

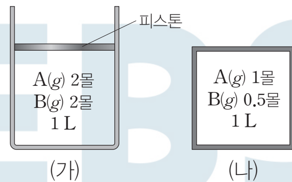
▶ 6066-0123

다음은 A가 B를 생성하는 화학 반응식이다.



$$2A(g) \rightleftharpoons B(g)$$

그림 (가)와 (나)는 A와 B의 혼합 기체가 실린더와 강철 용기에서 각각 평형을 이루고 있는 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시하고, 대기압은 일정하다.)

보기

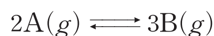
ㄱ. 온도는 (가)와 (나)가 같다.
ㄴ. (가)에 He(g) 1몰을 첨가하면 역반응이 우세하게 진행된 후 평형에 도달한다.
ㄷ. (나)에 He(g) 1몰을 첨가하더라도 A의 부분 압력은 일정하다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

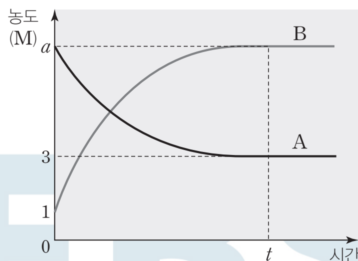
▶ 6066-0124

다음은 A가 B를 생성하는 화학 반응식이다.



$$2A(g) \rightleftharpoons 3B(g)$$

그림은 1 L의 강철 용기에서 시간에 따른 반응물과 생성물의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. $a=7$이다.
ㄴ. 평형 상수(K)는 $\frac{7}{3}$이다.
ㄷ. t에서 정반응 속도와 역반응 속도는 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

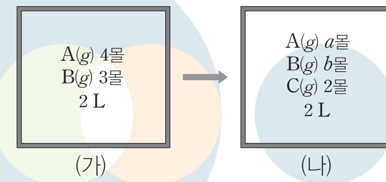
▶ 6066-0125

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.



$$2A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$$

그림 (가)는 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣은 초기 상태를, (나)는 반응이 진행되어 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

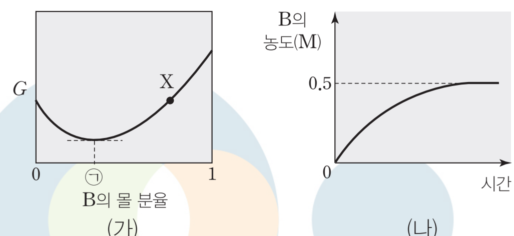
ㄱ. $a=b$이다.
ㄴ. 평형 상수(K)는 0.5이다.
ㄷ. (나)에 A(g)~C(g)를 각각 1몰씩 추가하면 정반응이 우세하게 진행된 후 평형에 도달한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6066-0126

그림 (가)는 A(g) $\rightleftharpoons$ B(g) 반응에서 B의 몰 분율에 따른 자유 에너지(G)를, (나)는 1 L의 강철 용기에 A(g)를 2몰 넣었을 때 시간에 따른 B의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 온도와 압력은 각각 T와 P로 일정하다.)

보기

ㄱ. ㉠은 0.25이다.
ㄴ. 평형 상수(K)는 $\frac{1}{3}$이다.
ㄷ. X에서 역반응이 우세하게 진행된다.

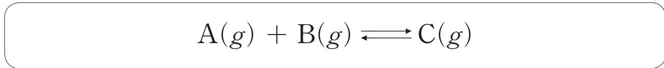
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
화학 반응의 자발성은 자유 에너지 변화(ΔG)로 판단할 수 있다. ΔG( )0이면 정반응이 자발적, ΔG( )0이면 평형 상태, ΔG( )0이면 역반응이 자발적으로 일어난다.

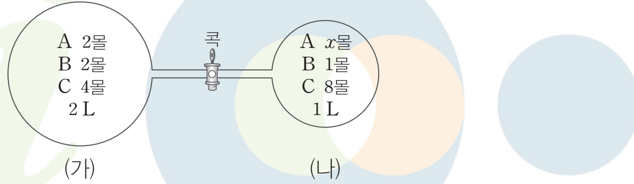
09

6066-0127

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.


$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$$

그림은 콕으로 연결된 용기 (가)와 (나)에서 A~C의 혼합 기체가 각각 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

ㄱ. (가)에서 자유 에너지 변화(ΔG)는 0이다.
ㄴ. (나)에서 x는 8이다.
ㄷ. 콕을 열면 정반응이 우세하게 진행된다.

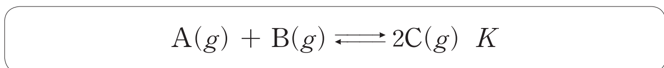
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

10
화학 반응식에서 각각 반응물과 생성물의 ( )의 합이 같으면 반응이 일어나더라도 물질의 총 몰수는 일정하다.

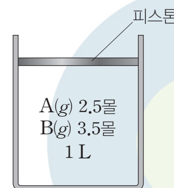
10

6066-0128

다음은 온도 T에서 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식과 평형 상수(K)이다.


$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad K$$

그림은 실린더에 $A(g)$와 $B(g)$를 넣은 초기 상태를 나타낸 것이다.



평형 상태에서 $A(g)$의 몰 분율이 $\frac{1}{4}$일 때, 평형 상태에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. 실린더 내 기체의 부피는 1 L보다 크다.
ㄴ. 몰수 비는 B : C=5 : 4이다.
ㄷ. 평형 상수(K)는 $\frac{16}{15}$이다.

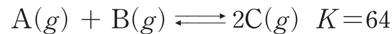
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
09 <, =, >
10 계수

11

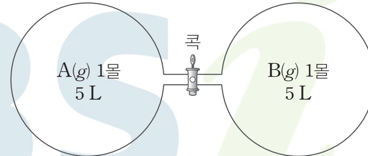
6066-0129

다음은 온도 T에서 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식과 평형 상수(K)이다.



$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad K=64$$

그림과 같이 $A(g)$와 $B(g)$가 들어 있는 용기의 콕을 열어 반응시켰더니 일정 시간이 지난 후 평형에 도달하였다.



평형 상태에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하고, $RT=24$ 기압·L/몰이며, 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

ㄱ. C의 몰 분율은 0.8이다.
ㄴ. B의 부분 압력은 0.48기압이다.
ㄷ. 질량 비는 (A+B) : C=1 : 4이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

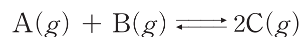
11
$A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$의 반응에서 [(A의 분자량+B의 분자량)]=C의 분자량×(　　)이다.

12

6066-0130

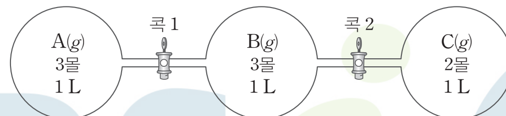
다음은 A와 B의 반응에 대한 자료와 실험이다.

[자료]
A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식은 다음과 같다.



$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$$

[실험]
(가) 그림과 같이 콕으로 연결된 3개의 용기에 기체 A~C를 각각 넣는다.



(나) 콕 1을 열어 평형 Ⅰ에 도달하게 한다. 평형 Ⅰ에서 C의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$이다.
(다) 콕 2를 열어 평형 Ⅱ에 도달하게 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하며, 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

ㄱ. 평형 상수(K)는 1이다.
ㄴ. (다)에서 콕 2를 열면 역반응이 우세하게 진행된다.
ㄷ. 평형 Ⅱ에서 C의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
반응 지수(Q)가 평형 상수(K)보다 크면 (　　)은 비자발적이고 (　　)은 자발적이다.

정답
11 2
12 정반응, 역반응

THEME 09

화학 평형 이동

1 평형 이동 법칙

(1) 평형 이동

평형 상태에서 농도, 압력, 온도 등의 반응 조건이 변하면 정반응 또는 역반응이 우세하게 진행되어 새로운 평형에 도달한다.

(2) 평형 이동 법칙(르샤틀리에 원리)

가역 반응이 평형 상태에 있을 때 농도, 압력, 온도와 같은 조건을 변화시키면 그 조건의 변화를 감소시키는 방향으로 평형이 이동하여 새로운 평형에 도달한다.

2 평형 이동에 영향을 미치는 요인

(1) 농도의 영향

평형 상태에 있는 반응에서 반응물이나 생성물의 농도를 변화시키면 농도의 변화를 감소시키는 방향으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달한다.

농도의 변화	평형 이동 방향
반응물 첨가 또는 생성물 제거	정반응 쪽
반응물 제거 또는 생성물 첨가	역반응 쪽

(2) 압력의 영향

① 기체가 평형 상태에 있을 때 압력을 변화시키면 압력 변화를 감소시키는 방향으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달한다.

압력의 변화	평형 이동 방향
증가	기체의 몰수가 감소하는 쪽
감소	기체의 몰수가 증가하는 쪽

② 기체는 외부 압력에 따라 부피(농도)가 변해 평형이 이동하지만, 고체와 액체는 압력의 영향을 받지 않는다.

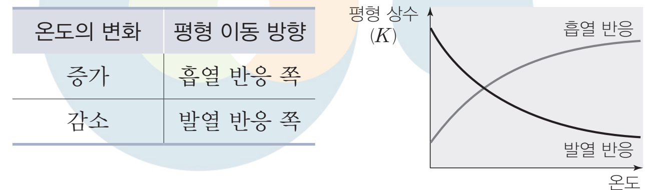
③ 반응 전후 기체의 몰수가 변하지 않는 반응은 압력 변화에 의해 평형이 이동하지 않는다.

예 
$N_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

(3) 온도의 영향

① 평형 상태에 있는 반응에서 온도를 높이면 온도가 낮아지는 흡열 반응 쪽으로, 온도를 낮추면 온도가 높아지는 발열 반응 쪽으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달한다.

② 온도가 변하면 평형 이동에 따라 평형 상수도 함께 변한다.



온도의 변화	평형 이동 방향
증가	흡열 반응 쪽
감소	발열 반응 쪽

3 평형 이동의 응용

(1) 수득률

① 수득률 : 화학 반응에서 최대로 얻을 수 있는 생성물의 양에 대한 실제로 얻어진 생성물의 양의 비율이다.

② 수득률을 높이려면 평형을 정반응 쪽으로 이동시켜야 한다.

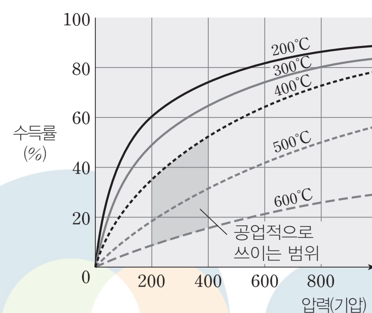
(2) 암모니아의 합성과 수득률


$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta H=-92\ \text{kJ}$

① 정반응이 발열 반응이므로 온도가 낮을수록 수득률이 증가한다.

② 정반응이 기체의 몰수가 감소하는 반응이므로 압력이 높을수록 수득률이 증가한다.

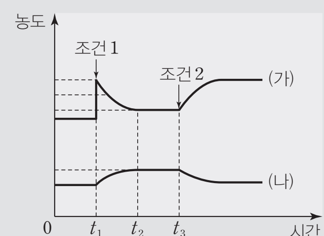
③ 온도가 낮으면 반응 속도가 느려지고, 압력이 너무 높으면 반응 용기의 제작이 어렵다. 공업적으로 200~400기압, 400~600℃에서 촉매(화학 반응에 참여하지만 자신은 변하지 않고 반응 속도를 변화시키는 물질)를 사용하여 암모니아를 합성한다.



자료 분석 특강 | 시간에 따른 농도 그래프와 평형 이동

그림은 사산화 이질소(N_2O_4)의 분해 반응에서 조건의 변화에 따른 각 물질의 농도를 나타낸 것이다.


$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g) \quad \Delta H>0$



❶ 반응물과 생성물 찾기

t_1~t_2에서 감소한 농도와 증가한 농도의 비가 2 : 1이므로 (가)와 (나)는 반응 몰수 비가 2 : 1이다. 따라서 (가)는 NO_2, (나)는 N_2O_4이다.

❷ 조건 1에서 NO_2의 농도만 갑자기 증가했으므로 NO_2를 첨가한 것이다. 평형은 증가한 NO_2의 농도를 감소시키는 역반응 쪽으로 이동한다. 평형 상수(K)는 온도에 의해서만 달라지므로 농도에 의해서는 변하지 않는다.

❸ 조건 2에서는 농도가 서서히 변했고, 반응물의 농도는 감소하고 생성물의 농도는 증가했으므로 평형 상수가 달라졌다. 따라서 조건 2는 온도를 변화시킨 것이다. 또 NO_2의 농도가 증가했으므로 정반응인 흡열 반응 쪽으로 평형이 이동한 것이다. 따라서 조건 2는 온도를 올린 것이고, 평형 상수(K)는 증가한다.

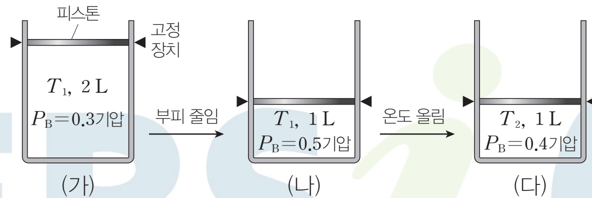
테마 대표 문제

다음은 A가 B를 생성하는 열화학 반응식과 평형 상수(K)이다. | 2016 대수능 |



$$aA(g) \rightleftharpoons bB(g) \quad \Delta H,\ K\ (a, b\text{ : 반응 계수})$$

그림 (가)는 실린더에서 $A(g)$와 $B(g)$가 평형에 도달한 것을, (나)와 (다)는 부피와 온도(T)를 단계적으로 변화시켜 각각 평형에 도달한 것을 나타낸 것이다. P_B는 $B(g)$의 부분 압력이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. $a<b$이다.
ㄴ. $\Delta H<0$이다.
ㄷ. K는 (다)에서가 (나)에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 용기의 부피를 줄이면 압력이 증가하게 되어 압력을 감소시키기 위해 기체의 분자 수가 감소하는 방향으로 평형이 이동한다.

간략 풀이 | ㄱ. (가)에서 (나)로 부피가 반으로 줄 때 $B(g)$의 압력이 0.6기압이 아니라 0.5기압이 된 것으로 보아 역반응 쪽으로 평형 이동하였다는 것을 알 수 있다. 용기의 부피가 감소하여 압력이 증가하게 되면 기체 분자 수가 감소하는 방향으로 평형이 이동하게 되므로 역반응이 분자 수가 감소하는 방향임을 알 수 있다. 따라서 화학 반응식에서 반응 계수의 크기는 $a<b$이다.

ㄴ. (나)에서 (다)로 온도를 올렸을 때 $B(g)$의 압력이 감소한 것으로 보아 평형이 역반응 쪽으로 이동하였다는 것을 알 수 있다. 평형 상태에 있는 반응에서 온도를 높이면 온도가 낮아지는 흡열 반응 쪽으로 평형이 이동하므로 역반응은 흡열 반응이고 정반응은 발열 반응이다. 따라서 $\Delta H<0$이다.

ㄷ. (나)에서 (다)로 온도를 올렸을 때 역반응 쪽으로 평형이 이동하였으므로 평형 상수는 감소하게 된다. 따라서 K는 (나)에서가 (다)에서보다 크다.

정답 | ③

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

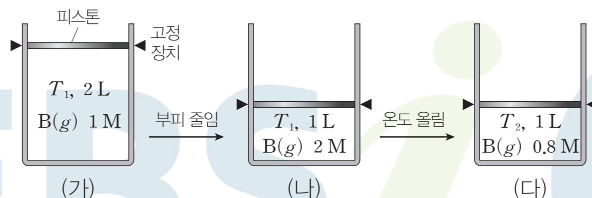
정답과 해설 32쪽

다음은 A가 B를 생성하는 열화학 반응식과 평형 상수(K)이다. 6066-0131



$$A(g) \rightleftharpoons bB(g) \quad \Delta H,\ K\ (b\text{ : 반응 계수})$$

그림 (가)는 실린더에서 $A(g)$와 $B(g)$가 평형에 도달한 것을, (나)와 (다)는 부피와 온도(T)를 단계적으로 변화시켜 각각 평형에 도달한 것을 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 $B(g)$의 농도만 나타내었고, (가)에서 평형 상수(K)는 1이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $b=1$이다.
ㄴ. $\Delta H<0$이다.
ㄷ. (다)에서 평형 상수(K)는 $\frac{1}{4}$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 평형 상태에 있는 화학 반응에서 부피와 온도를 단계적으로 변화시켰을 때 도달한 각각의 평형을 통해 반응 계수와 반응 엔탈피(ΔH)의 부호를 알아보고 평형 상수(K)를 비교하는 것은 유사하지만, 반응물과 생성물의 계수가 같은 반응을 제시한 것과 $B(g)$의 부분 압력 대신 농도를 제시한 것이 다르다.

배경 지식 | • 부피 변화에 의한 평형 이동 : 평형 상태에 있는 화학 반응에서 부피 증가에 의해 압력이 감소하면 압력을 높이는 방향으로, 부피 감소에 의해 압력이 증가하면 압력을 낮추는 방향으로 평형이 이동한다.

⇒ 반응물과 생성물의 계수 합이 같으면 부피를 변화시켜 압력을 증가시키거나 감소시켜도 평형 이동이 일어나지 않는다.

• 온도 변화에 의한 평형 이동 : 평형 상태에 있는 화학 반응에서 온도를 높이면 열을 흡수하는 흡열 반응 쪽으로, 온도를 낮추면 열을 방출하는 발열 반응 쪽으로 평형이 이동한다.

01

6066-0132

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 열화학 반응식이다.



$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) \quad \Delta H < 0$$

이 반응이 평형에 있을 때 역반응 쪽으로 평형을 이동시키기 위한 반응 조건의 변화로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

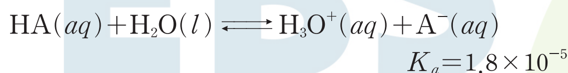
ㄱ. $C(g)$를 제거한다.
ㄴ. 온도를 높여 준다.
ㄷ. 정촉매를 넣어 준다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

6066-0133

다음은 25℃에서 HA의 이온화 반응식과 이온화 상수(K_a)이다.



$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq) \quad K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

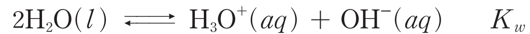
HA 1몰을 물에 녹여 평형에 도달하였을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하다.)

① 몰 농도는 $[H_3O^+] > [HA]$이다.
② 압력을 높여 주면 $[A^-]$는 증가한다.
③ $NaA(s)$를 첨가하면 용액의 pH는 증가한다.
④ HA를 첨가하면 반응의 이온화 상수(K_a)는 증가한다.
⑤ $NaOH(s)$을 첨가하면 역반응 쪽으로 평형이 이동한다.

03

6066-0134

다음은 물의 이온화 반응식과 이온곱 상수(K_w)이다.



$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \quad K_w$$

표는 온도에 따른 물의 이온곱 상수(K_w)를 나타낸 것이다.

온도(℃)	0	10	20	25	60
$K_w(\times 10^{-14})$	0.1	0.3	0.7	1.0	9.6

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

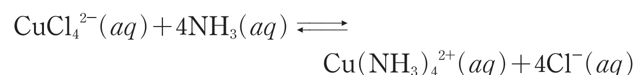
ㄱ. 물의 이온화 반응은 흡열 반응이다.
ㄴ. 온도가 증가하면 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}$는 증가한다.
ㄷ. 온도가 증가하면 물의 pH는 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

04

6066-0135

다음은 $CuCl_4^{2-}(aq)$과 $NH_3(aq)$이 반응하여 $Cu(NH_3)_4^{2+}(aq)$과 $Cl^-(aq)$을 생성하는 화학 반응식을, 표는 이 반응에서 색을 나타내는 2가지 이온의 색을 나타낸 것이다.



$$CuCl_4^{2-}(aq) + 4NH_3(aq) \rightleftharpoons Cu(NH_3)_4^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq)$$

이온	수용액에서의 색
$CuCl_4^{2-}$	초록색
$Cu(NH_3)_4^{2+}$	파란색

일정량의 $CuCl_4^{2-}(aq)$과 $NH_3(aq)$을 반응시켜 평형에 도달하였을 때 혼합 용액의 색이 파란색이었다.
혼합 용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. $NH_3(g)$를 넣어 주면 초록색으로 변한다.
ㄴ. $NaCl(s)$을 넣어 주면 $[CuCl_4^{2-}]$는 증가한다.
ㄷ. $CH_3COOH(aq)$을 넣어 주면 파란색이 옅어진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

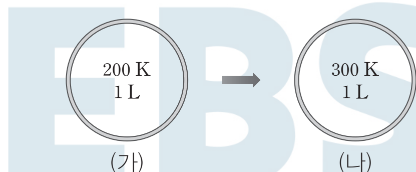
05

6066-0136

다음은 200 K에서 A가 B를 생성하는 열화학 반응식이다.



그림 (가)는 강철 용기에서 주어진 반응이 평형을 이루고 있는 것을, (나)는 (가)의 온도를 올려 새로운 평형에 도달한 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 평형 상수(K)는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
ㄴ. B의 몰 분율은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
ㄷ. 정반응의 속도는 (가)에서가 (나)에서보다 빠르다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0137

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 열화학 반응식이다.



표는 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣어 반응시킬 때, 반응 조건을 달리한 3가지 실험에서 A, B의 초기 농도와 평형에 도달하였을 때 C의 농도를 나타낸 것이다.

실험	온도(℃)	용기 부피(L)	초기 농도(M)		C의 평형 농도(M)
			A	B	
(가)	25	1	2.0	2.0	1.0
(나)	25	2	1.0	1.0	a
(다)	50	1	2.0	2.0	1.2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $a=0.5$이다.
ㄴ. $\Delta H<0$이다.
ㄷ. 평형 상수(K)는 (가)=(나)<(다)이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

6066-0138

다음은 A가 B를 생성하는 열화학 반응식이다.



다음은 1 L 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응시켜 도달한 평형 상태 (가)와, (가)에서 온도를 낮춘 후 새롭게 도달한 평형 상태 (나)에 대한 설명이다.

○ (가)에서 몰수 비는 A : B=1 : 1이다.
○ (나)에서 질량 비는 A : B=1 : 5이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $\Delta H<0$이다.
ㄴ. A의 몰수 비는 (가) : (나)=2 : 1이다.
ㄷ. 평형 상수(K) 비는 (가) : (나)=1 : 5이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

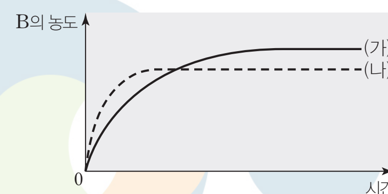
08

6066-0139

다음은 A가 B를 생성하는 열화학 반응식과 평형 상수(K)이다.



그림은 25℃와 50℃에서 각각 1 L의 강철 용기에 A(g) 1몰을 넣고 반응시킬 때 시간에 따른 B(g)의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

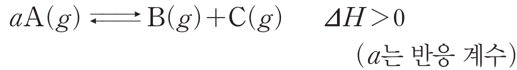
ㄱ. (가)는 25℃에 해당한다.
ㄴ. 결합 에너지의 합은 A(g)가 B(g)보다 크다.
ㄷ. 평형 상수(K)는 50℃일 때가 25℃일 때보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

09

6066-0140

다음은 A가 반응하여 B와 C를 생성하는 열화학 반응식이다.



$aA(g) \rightleftharpoons B(g)+C(g) \quad \Delta H>0$

(a는 반응 계수)

표는 강철 용기에서 같은 질량의 A(g)가 각각 다른 조건에서 반응하여 평형 (가)~(다)에 도달하였을 때, 혼합 기체에 대한 자료이다.

평형	부피(L)	압력(기압)	온도(K)
(가)	1	1	T
(나)	1	2	$2T$
(다)	2	2	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $a=2$이다.
ㄴ. A의 몰 분율은 (가)와 (다)에서 같다.
ㄷ. 평형 상수(K)는 (다)에서가 (나)에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

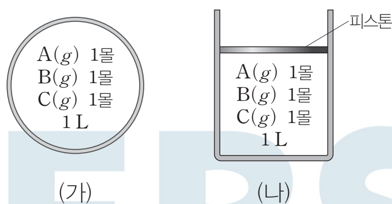
6066-0141

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 열화학 반응식이다.



$A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad \Delta H<0$

그림 (가)와 (나)는 각각 강철 용기와 실린더에서 이 반응이 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



다음의 조건 변화 중에서 평형 이동이 일어나는 것은 모두 몇 가지인가? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시하고, 대기압은 일정하다.)

○ (가)의 온도를 높여 준다.
○ (가)에 정촉매를 넣어 준다.
○ (나)에 3몰의 He을 첨가한다.
○ (나)의 부피를 0.5 L가 되게 한다.

① 없다 ② 1가지 ③ 2가지
④ 3가지 ⑤ 4가지

11

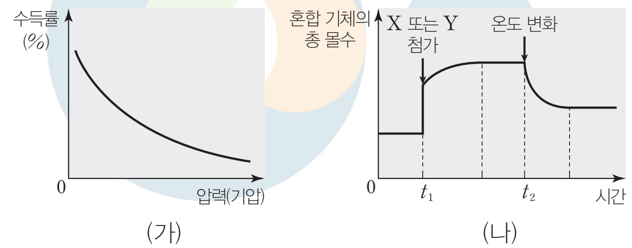
6066-0142

다음은 X가 Y를 생성하는 열화학 반응식이다.



$aX(g) \rightleftharpoons bY(g) \quad \Delta H>0 \quad$ (a, b는 반응 계수)

그림 (가)는 일정한 온도에서 압력에 따른 생성물의 수득률을, (나)는 강철 용기 속에 X(g)와 Y(g)가 평형을 이룬 상태에서 시간 t_1과 t_2에서 반응 조건을 변화시켜 주었을 때 시간에 따른 용기 속 혼합 기체의 총 몰수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

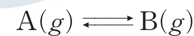
ㄱ. $a<b$이다.
ㄴ. t_1에서 X를 첨가하였다.
ㄷ. t_2에서 온도를 낮추었다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

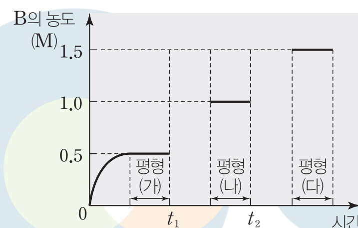
6066-0143

다음은 A가 B를 생성하는 화학 반응식이다.



$A(g) \rightleftharpoons B(g)$

그림은 1 L의 강철 용기에 A(g) 2몰을 넣고 반응시킬 때 시간에 따른 B(g)의 농도를 나타낸 것이다. 시간 t_1과 t_2에서 각각 온도 증가 또는 A(g) 1몰 첨가 중 1가지에 해당하는 조건을 변화시켰다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. t_1에서 온도를 높여 주었다.
ㄴ. 평형 (나)에서 B의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$이다.
ㄷ. 평형 (다)에서 평형 상수(K)는 3이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

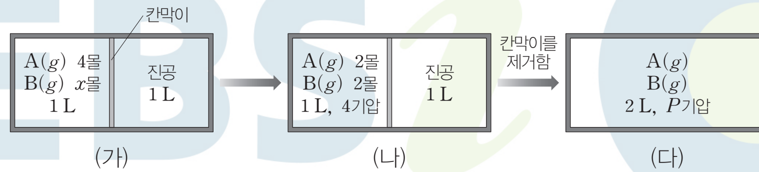
13

▶ 6066-0144

다음은 A가 B를 생성하는 화학 반응식이다.



그림 (가)는 칸막이로 분리된 강철 용기의 한쪽에만 A(*g*)와 B(*g*)를 넣은 초기 상태를, (나)는 일정 시간 후 평형에 도달한 상태를, (다)는 칸막이를 제거한 후 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하다.)

보기

ㄱ. $x=1$이다.

ㄴ. (다)에서 평형 상수(K)는 $\frac{1}{2}$이다.

ㄷ. $P=2$이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
평형 상태에 있는 화학 반응에 대해 일정한 온도에서 부피를 증가시키면 압력이 낮아지므로 압력을 증가시키는 방향인 기체의 분자 수가 (　　)하는 방향으로 평형 이동이 일어난다.

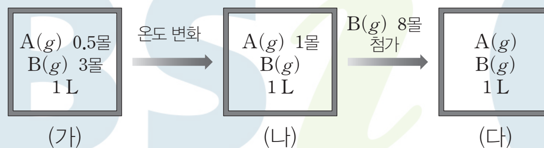
14

▶ 6066-0145

다음은 A가 B를 생성하는 반응의 열화학 반응식이다.



그림은 1 L의 강철 용기에서 이 반응이 평형에 도달한 (가)와, 조건을 변화시켜 새롭게 도달한 평형 상태 (나), (다)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나)와 (다)의 온도는 T로 일정하다.)

보기

ㄱ. 온도는 (가)가 (나)보다 높다.

ㄴ. (다)에서 평형 상수(K)는 1이다.

ㄷ. (다)에서 몰수는 A와 B가 같다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
정반응이 흡열 반응인 경우, 온도를 낮추면 (　　)이 우세하게 진행되어 평형에 도달한다. 이때 평형 상수(K)는 (　　)한다.

정답

13 증가

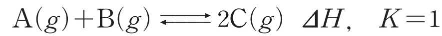
14 역반응, 감소

15
평형 상태에 있는 반응에서 온도를 높이면 ( ) 반응 쪽으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달하고, 온도를 낮추면 ( ) 반응 쪽으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달한다.

15

6066-0146

다음은 온도 T에서 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 열화학 반응식과 평형 상수(K)이다.



$$\mathrm{A}(g)+\mathrm{B}(g) \rightleftharpoons 2\mathrm{C}(g) \quad \Delta H, \quad K=1$$

표는 1 L의 강철 용기에 A와 B를 넣고 반응시켰을 때 도달한 초기 평형 상태 (가), (가)에 x몰의 B를 첨가하여 새롭게 도달한 평형 상태 (나), (나)의 온도를 낮춰 주어 새롭게 도달한 평형 상태 (다)에서 A, C의 농도를 나타낸 것이다.

평형	평형 농도(M)	
	A(g)	C(g)
(가)	2.0	2.0
(나)		3.0
(다)	0.5	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 T로 같다.)

보기
ㄱ. $x=4.5$이다.
ㄴ. $\Delta H<0$이다.
ㄷ. (다)의 평형 상수(K)는 10이다.

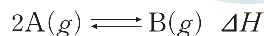
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16
반응물과 생성물이 모두 기체인 평형 상태에 있는 반응에서 온도와 부피가 일정할 때 기체의 몰수는 ( )에 비례한다. 따라서 화학 반응에서의 계수 비는 반응하는 기체의 ( )의 비와 같다.

16

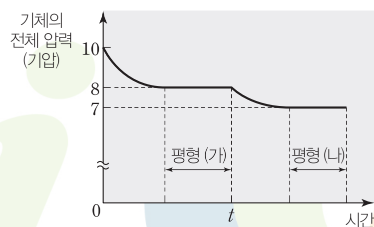
6066-0147

다음은 A가 B를 생성하는 열화학 반응식이다.



$$2\mathrm{A}(g) \rightleftharpoons \mathrm{B}(g) \quad \Delta H$$

그림은 온도 T_1에서 1 L의 강철 용기에 10기압의 A(g)를 넣어 평형 (가)에 도달한 후 시간 t에서 온도를 높여 새로운 평형 (나)에 도달하였을 때, 반응 시간에 따른 용기 속 기체의 전체 압력을 나타낸 것이다. 평형 (가), (나)에서의 온도는 각각 T_1, T_2이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $RT_1=20$ 기압 · L/몰이고, $RT_2=25$ 기압 · L/몰이다.)

보기
ㄱ. (가)에서 평형 상수(K)는 $\frac{10}{9}$이다.
ㄴ. $\Delta H<0$이다.
ㄷ. (나)에서 몰수 비는 A(g) : B(g)=3 : 11이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

정답
15 흡열, 발열
16 압력, 압력



THEME 10

상평형과 용해 평형

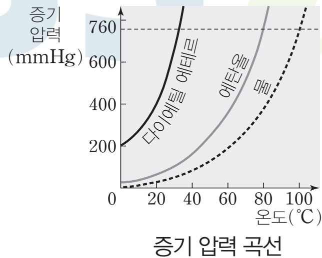
1 상평형

(1) 증기 압력

① 증발과 응축의 동적 평형 상태 : 닫힌계에서 액체 표면으로부터 액체가 기체로 되는 증발 속도와 기체가 액체로 되는 응축 속도가 같아져 겉보기에 아무런 변화가 없는 것처럼 보이는 상태이다.

② 증기 압력 : 동적 평형 상태에서 액체의 증기가 나타내는 압력이다.

- 온도가 높아지면 액체 분자들의 평균 운동 에너지가 증가하여 분자 간 인력을 이기고 증발하기 쉬워지므로 증기 압력이 커진다.
- 분자 간 인력이 작은 액체일수록 같은 온도에서 증기 압력이 크다.



증기 압력 곡선

③ 끓는점 : 액체의 증기 압력이 외부 압력과 같아지면 액체 내부에서도 격렬하게 기화 현상이 일어난다. 이를 끓음이라고 하며, 이때의 온도를 끓는점이라고 한다. 특히 외부 압력이 1기압일 때의 끓는점을 기준 끓는점이라고 한다.

- 증기 압력이 큰 액체일수록 분자 간의 인력이 작으므로 끓는점이 낮다.
- 외부 압력이 커지면 끓는점은 높아진다.

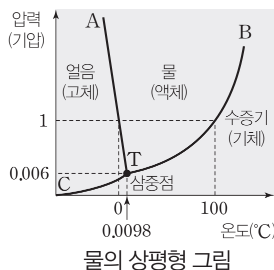
(2) 상평형 그림

① 융해 곡선(AT) : 고체와 액체가 상평형을 이루는 온도와 압력을 나타낸 곡선이다.

② 기화 곡선(증기 압력 곡선, BT) : 액체와 기체가 상평형을 이루는 온도와 압력을 나타낸 곡선이다.

③ 승화 곡선(CT) : 고체와 기체가 상평형을 이루는 온도와 압력을 나타낸 곡선이다.

④ 삼중점(T) : 고체, 액체, 기체의 3가지 상태가 공존하는 온도와 압력을 나타낸 지점이다.



물의 상평형 그림

2 용해 평형

(1) 용해 현상과 자유 에너지 변화($\Delta G_{용해}$) : 용해가 자발적으로 일어나기 위해서는 $\Delta G_{용해}<0$이 되어야 한다.

$\Delta H_{용해}$	$\Delta S_{용해}$	$\Delta G_{용해}$
(−)값	(+)값	항상 (−)값, 항상 자발적
(+)값	(+)값	$\Delta H>T\Delta S$일 때 : (+)값, 비자발적
		$\Delta H<T\Delta S$일 때 : (−)값, 자발적

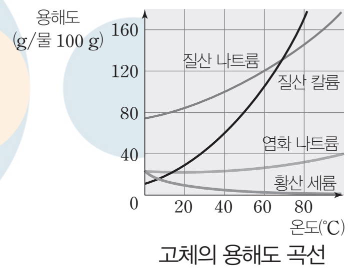
(2) 용해 평형과 용해도

① 용해 평형 : 어떤 온도에서 용질이 용매에 녹을 때 용질이 용해되는 속도와 석출되는 속도가 같아서 더 이상 용해되지 않는 것처럼 보이는 상태이다.

➡ 용해 평형 상태의 용액 : 포화 용액($\Delta G=0$인 상태)

② 고체의 용해도 : 일정한 온도에서 용매 100 g에 최대로 녹을 수 있는 용질의 질량(g)이다.

- 용해도 곡선 상의 점은 포화 용액, 곡선 아래쪽은 불포화 용액, 곡선 위쪽은 과포화 용액을 나타낸다.
- 대부분의 고체는 온도가 높아질수록 용해도가 증가한다.



고체의 용해도 곡선

③ 기체의 용해도 : 기체의 종류, 온도, 압력에 따라 달라진다.

- 물에 대한 기체의 용해 과정은 발열 반응이므로 온도가 높아지면 기체의 용해도는 감소한다.
- 헨리 법칙 : 용해도가 작은 기체의 경우 일정한 온도에서 일정량의 용매에 용해되는 기체의 질량은 그 기체의 부분 압력에 비례한다.

예 수소(H_2), 질소(N_2) 등

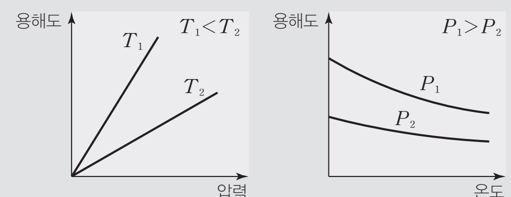
자료 분석 특강 | 기체의 용해도

❶ 압력이 증가할수록 용해도가 비례하여 증가한다.
➡ 물에 잘 녹지 않는 기체이며 헨리 법칙을 따른다.

❷ 온도가 증가할수록 용해도가 낮아진다.
➡ 온도가 높아지면 평형은 용해 반응의 역반응 쪽으로 이동하므로 용해는 발열 반응이다.

❸ 같은 압력에서 T_1일 때의 용해도가 T_2일 때의 용해도보다 크다.
➡ 온도는 T_1이 T_2보다 낮다.

❹ 같은 온도에서 P_1일 때의 용해도가 P_2일 때의 용해도보다 크다.
➡ 압력은 P_1이 P_2보다 높다.



접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | (가)의 가열 곡선에서 액체에서 기체로 상태 변화하는 온도 T_1과 (나)의 상평형 그림에서 액체와 기체가 공존하는 증기 압력 곡선에서의 온도 T_2는 모두 X의 기준 끓는점이다.

간략 풀이 | ㄱ. X의 1기압에서의 끓는점은 (가)에서는 T_1이고, (나)에서는 T_2이다. 따라서 $T_1=T_2$이다.

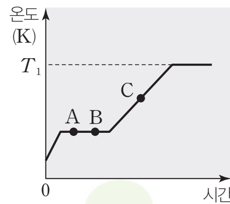
ㄴ. X는 (가)의 A와 B에서 녹는점에 도달해 있는 상태이지만 B는 A보다 더 많은 열을 흡수한 상태이므로 A에 비해 고체에 대한 액체의 비율이 높다. 따라서 같은 질량의 X의 엔트로피는 B에서가 A에서보다 크다.

ㄷ. (가)의 C에서의 온도는 녹는점과 끓는점 사이에 있으므로 C에서 X의 가장 안정한 상태는 액체이다.

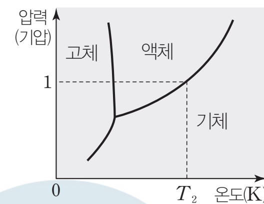
정답 | ⑤

테마 대표 문제

그림 (가)는 1기압에서 X(s) 1 kg의 가열 곡선이고, (나)는 X의 상평형 그림이다. | 2016 대수능 |



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. $T_1=T_2$이다.
ㄴ. X 1 kg의 엔트로피는 B에서가 A에서보다 크다.
ㄷ. C에서 X의 가장 안정한 상태는 액체이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 물질 X의 가열 곡선과 상평형 그림을 통해 끓는점을 비교하고 각 자료에 대해서 묻는 것은 유사하지만, 1기압이 아니라 0.5기압에서의 가열 곡선을 제시하여 끓는점을 비교하게 하는 것과 상태는 같지만 온도가 다른 X의 엔탈피를 비교하는 것은 다르다.

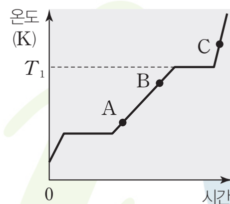
배경 지식 | • 어떤 고체 물질의 가열 곡선에서 수평 부분이 2개가 나타날 경우, 첫 번째 수평한 부분은 고체에서 액체로 상태가 변하는 구간이고, 두 번째 수평한 부분은 액체에서 기체로 상태가 변하는 구간이다.

• 상평형 그림 : 온도와 압력에 따른 물질의 상태를 나타낸 그림이다.

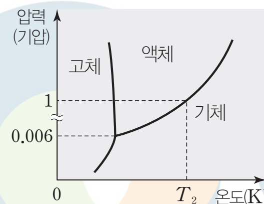
닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 36쪽

그림 (가)는 0.5기압에서 X(s) 100 g의 가열 곡선이고, (나)는 X의 상평형 그림이다. ▶ 6066-0148



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

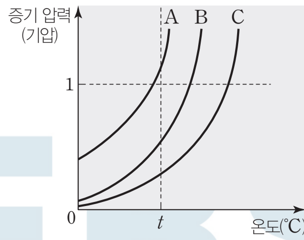
ㄱ. $T_1<T_2$이다.
ㄴ. X 100 g의 엔탈피는 B에서가 A에서보다 크다.
ㄷ. C에서 X의 가장 안정한 상태는 기체이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

6066-0149

그림은 3가지 물질 A~C의 온도에 따른 증기 압력을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

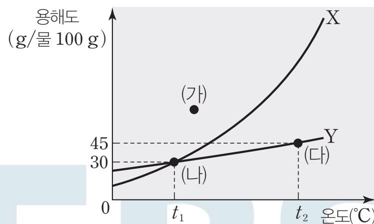
ㄱ. 1기압, t℃에서 A~C는 모두 액체 상태로 존재한다.
ㄴ. 액체 상태에서 분자 간 인력은 A<B<C이다.
ㄷ. 기준 끓는점에서 증기 압력은 B가 C보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0150

그림은 고체 물질 X와 Y의 용해도 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

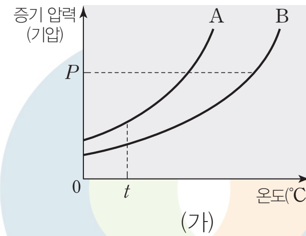
ㄱ. 퍼센트 농도는 (나)와 (다)가 같다.
ㄴ. (가)에서 $X(s) \longrightarrow X(aq)$의 자유 에너지 변화($\Delta G$)는 0보다 크다.
ㄷ. t_2℃의 Y 포화 수용액 100 g을 t_1℃로 냉각하면 15 g의 Y가 석출된다.

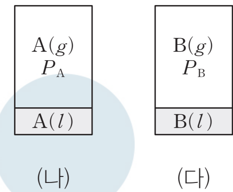
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0151

그림 (가)는 물질 A와 B의 증기 압력 곡선이고, (나)와 (다)는 t℃에서 밀폐된 두 용기에서 A와 B가 각각 평형을 이루고 있는 모습을 나타낸 것이다.





이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

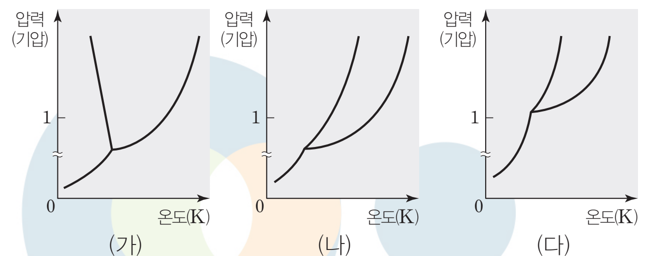
ㄱ. P기압에서 끓는점은 A가 B보다 높다.
ㄴ. 응축 속도는 (나)와 (다)가 같다.
ㄷ. $|P_A-P_B|$는 (나)와 (다)의 온도가 $2t$℃일 때가 t℃일 때보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

6066-0152

그림은 3가지 물질 (가)~(다)의 상평형 그림이다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

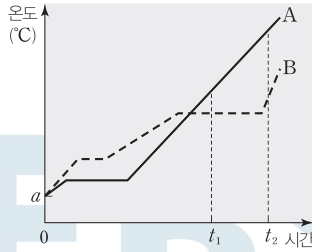
ㄱ. 1기압에서 승화성이 있는 물질은 1가지이다.
ㄴ. 압력이 커질수록 녹는점이 높아지는 물질은 2가지이다.
ㄷ. 삼중점에서의 압력은 (다)가 가장 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0153

그림은 a℃, 1기압에서 $A(s)$, $B(s)$를 동일한 열원으로 가열할 때 시간에 따른 온도를 나타낸 것이다. t_2에서 A와 B의 상태는 기체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이다.)

보기

ㄱ. 비열은 $B(g)$가 $B(l)$보다 크다.
ㄴ. 삼중점에서의 압력은 A가 B보다 크다.
ㄷ. t_1에서 $A(g)$와 $B(g)$가 각각 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0154

다음은 물질 X에 대한 설명이다.

- 융해 곡선의 기울기가 (+)값을 가진다.
- 기준 어는점은 −77℃이다.
- −33℃에서 $X(l)$의 증기 압력은 1기압이다.
- −100℃에서 $X(s)$의 증기 압력은 a기압이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이다.)

보기

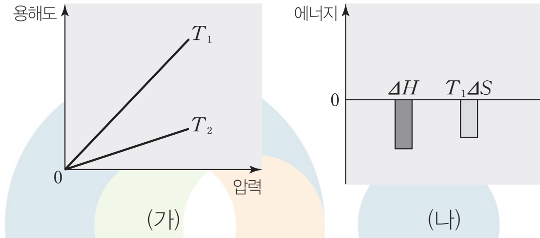
ㄱ. 압력이 높을수록 어는점은 높아진다.
ㄴ. 삼중점에서 증기 압력은 a기압보다 크다.
ㄷ. −50℃, 1기압에서 $X(g) \longrightarrow X(l)$ 반응의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0155

그림 (가)는 온도 T_1과 T_2에서 기체 X의 압력에 따른 용해도를, (나)는 T_1에서 X가 물에 용해될 때의 ΔH와 $T_1\Delta S$를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 온도는 T_2가 T_1보다 높다.
ㄴ. X는 헨리 법칙을 따른다.
ㄷ. T_1에서 X가 물에 용해되는 과정은 자발적이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

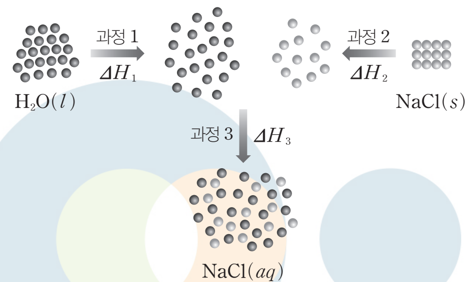
6066-0156

다음은 25℃, 1기압에서 염화 나트륨(NaCl)이 물에 자발적으로 용해되는 열화학 반응식이다.



$$NaCl(s) \rightleftharpoons Na^{+}(aq)+Cl^{-}(aq) \quad \Delta H=3.9\ kJ,\ \Delta S$$

그림은 염화 나트륨이 물에 용해되는 과정을 구분하여 엔탈피 변화(ΔH)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

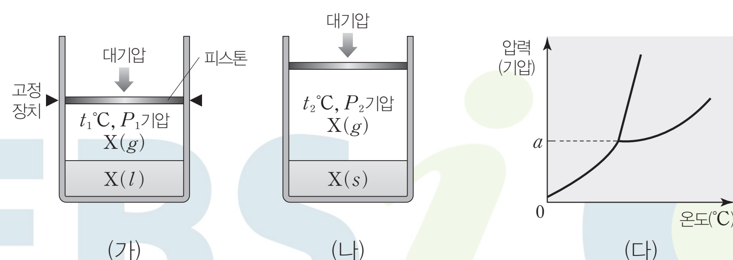
ㄱ. $|\Delta H_1+\Delta H_2|>|\Delta H_3|$이다.
ㄴ. $\Delta S>0$이다.
ㄷ. 25℃, 1기압에서 $T\Delta S>3.9$ kJ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6066-0157

그림 (가)와 (나)는 2개의 동일한 실린더에서 각각 X(l)와 X(g), X(s)와 X(g)가 평형을 이룬 상태를 나타낸 것이고, (다)는 X의 상평형 그림이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압은 1기압이고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. $a>1$이다.
ㄴ. $t_1>t_2$이다.
ㄷ. (나)에서 온도 또는 압력 중 1가지만을 변화시키면 X(g)와 X(l)가 함께 존재할 수 있다.

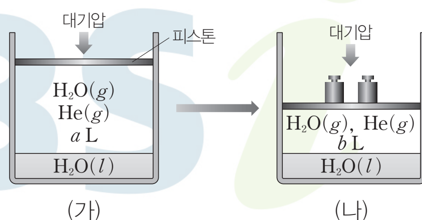
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

09
삼중점에서의 압력보다 낮은 압력에서는 (　　)와 (　　) 사이의 상평형만 이룰 수 있다.

10

6066-0158

그림 (가)는 실린더에 H_2O과 He을 넣고 평형에 도달한 모습을, (나)는 추를 이용하여 압력을 2배로 증가시킨 후 평형에 도달한 모습을 나타낸 것이다. 대기압은 1기압이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 같고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

① 추 1개의 압력은 1기압에 해당한다.
② $H_2O(g)$의 응축 속도는 (나)가 (가)보다 빠르다.
③ He(g)의 몰 분율은 (가)와 (나)가 같다.
④ $b<\frac{1}{2}a$이다.
⑤ (가)에 He을 추가하여 새로운 평형에 도달하였을 때 물의 증기 압력은 증가한다.

10
온도가 일정하면 물의 증기 압력은 (　　)하고, 물의 증발 속도는 (　　)하다.

정답
09 고체, 기체 (또는 기체, 고체)
10 일정, 일정

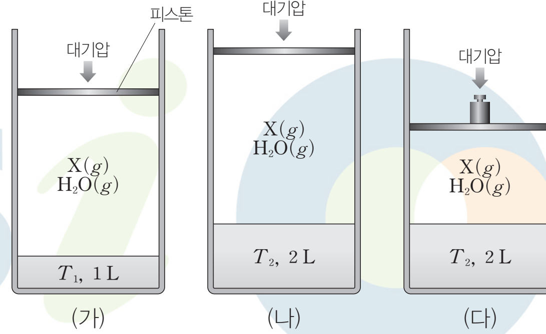
11

$(가)$에서 실린더 내부의 압력은 (㉠)과 같으므로 $X(g)$의 부분 압력과 (㉡)의 합은 (㉠)과 같다.

11

6066-0159

그림은 서로 다른 조건에서 물이 담긴 실린더에 기체 X를 넣고 충분한 시간이 지난 후 평형에 도달한 모습을 나타낸 것이다. 물의 수증기압은 T_1에서 5 mmHg, T_2에서 20 mmHg이고, 용해된 X의 질량은 (다)가 (나)의 2배이며, 같은 압력에서 X의 물에 대한 용해도 비는 $T_1 : T_2 = 3 : 2$이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, $X(g)$는 헨리 법칙을 따르고, 대기압은 760 mmHg이며, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. 물의 증발 속도는 (나)가 (가)보다 빠르다.
ㄴ. 용해된 X의 질량은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. (다)에서 추에 의한 압력은 760 mmHg이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

물에 대한 기체의 용해 과정은 ΔH(   )0이므로 온도가 높아지면 용해도가 (   )한다.

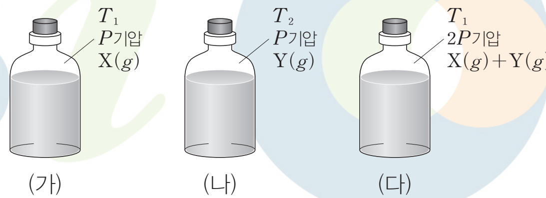
12

6066-0160

표는 P기압에서 기체 X, Y의 온도에 따른 물에 대한 용해도를 나타낸 것이다.

온도	용해도(g/L)	
	$X(g)$	$Y(g)$
T_1	$6a$	$12a$
T_2	$3a$	$8a$

그림 (가)~(다)는 물 1 L에 기체 X, Y가 녹아 있는 포화 수용액을 나타낸 것이다. (다)에서 $X(g)$의 몰 분율은 0.6이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, X, Y는 헨리 법칙을 따르고, 서로 반응하지 않는다.)

① 온도는 T_1이 T_2보다 높다.
② (다)에서 물에 용해된 Y의 질량은 $24a$ g이다.
③ 물에 용해된 기체의 질량 비는 (가) : (나)=1 : 2이다.
④ 물에 용해된 X의 질량은 (다)에서가 (가)에서보다 크다.
⑤ T_1, $3P$기압에서 X와 Y의 물에 대한 용해도 차는 $6a$ g/L이다.

정답

11 ㉠ 대기압 ㉡ 수증기압
12 <, 감소



THEME 11

산 염기의 정의 및 세기

1 산과 염기의 정의

(1) 아레니우스 정의

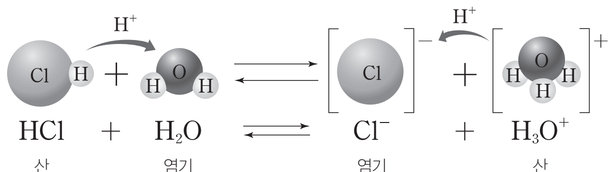
① 산 : 수용액에서 이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이다.
예 HCl, H_2SO_4

② 염기 : 수용액에서 이온화하여 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질이다. 예 NaOH, $Ca(OH)_2$

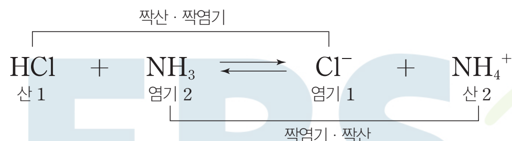
(2) 브뢴스테드 · 로우리 정의

① 산 : 양성자(H^+)를 주는 물질이다.

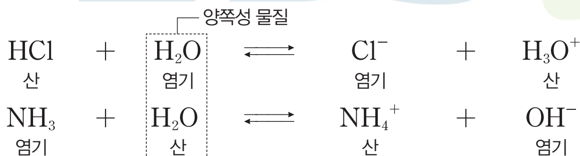
② 염기 : 양성자(H^+)를 받는 물질이다.



③ 짝산과 짝염기 : 양성자(H^+)의 이동에 의해 산 또는 염기가 되는 1쌍의 물질이다.



④ 양쪽성 물질 : 산으로도 작용할 수 있고 염기로도 작용할 수 있는 물질이다. 예 H_2O, HCO_3^-



2 산과 염기의 세기

(1) 이온화도(α)

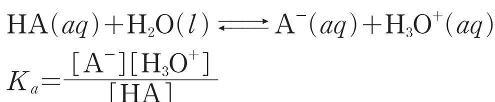
$$\text{이온화도}(\alpha)=\frac{\text{이온화된 전해질의 몰수}}{\text{용해된 전해질의 몰수}}\ (0<\alpha\le 1)$$

① 같은 전해질의 경우 일정한 온도에서 농도가 작을수록 이온화도가 크다.

② 같은 농도에서 이온화도가 클수록 산과 염기의 세기가 강하다.

(2) 이온화 상수

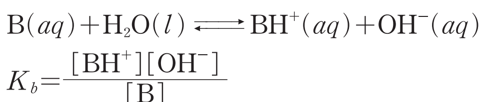
① 산의 이온화 상수(K_a) : 산 HA가 물에 녹아 이온화 평형을 이룰 때 산의 이온화 상수 K_a는 다음과 같다.



$$HA(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq)+H_3O^+(aq)$$

$$K_a=\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

② 염기의 이온화 상수(K_b) : 염기 B가 물에 녹아 이온화 평형을 이룰 때 염기의 이온화 상수 K_b는 다음과 같다.



$$B(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons BH^+(aq)+OH^-(aq)$$

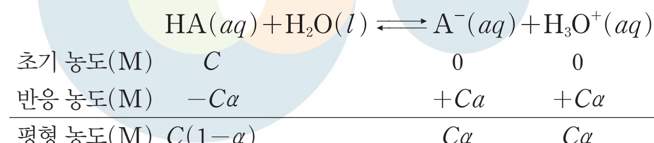
$$K_b=\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

③ K_a와 K_b는 평형 상수이므로 온도가 일정하면 물질의 농도에 관계없이 항상 일정하다.

④ K_a와 K_b가 클수록 이온화가 잘 되어 각각 $[H_3O^+]$와 $[OH^-]$가 크므로 산과 염기의 세기가 강하다.

(3) 약산의 이온화도와 이온화 상수의 관계

몰 농도가 C(M)인 수용액에서 산 HA의 이온화도를 α라고 하면



	$HA(aq)+H_2O(l)$ ⇌	$A^-(aq)$ +	$H_3O^+(aq)$
초기 농도(M)	C	0	0
반응 농도(M)	$-C\alpha$	$+C\alpha$	$+C\alpha$
평형 농도(M)	$C(1-\alpha)$	$C\alpha$	$C\alpha$

$$K_a=\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}=\frac{C\alpha\cdot C\alpha}{C(1-\alpha)}=\frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

약산의 이온화도(α)는 매우 작기 때문에 $1-\alpha≒1$이므로

$K_a=C\alpha^2$ 이며 이온화도 $\alpha=\sqrt{\frac{K_a}{C}}$이고, 수소 이온 농도 $[H_3O^+]$ $=C\alpha=\sqrt{C\cdot K_a}$이다.

(4) 산과 염기의 상대적 세기

① 이온화 평형에서 이온화 상수가 큰 물질은 정반응 쪽으로 치우친 평형을 이루고, 이온화 상수가 작은 물질은 역반응 쪽으로 치우친 평형을 이룬다.

② 산의 세기가 강할수록 그 짝염기의 세기는 약하고, 산의 세기가 약할수록 그 짝염기의 세기는 강하다.



$$HCl+H_2O \rightleftharpoons Cl^-+H_3O^+$$



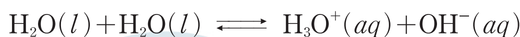
$$CH_3COOH+H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^-+H_3O^+$$

• 산의 세기 : HCl > CH_3COOH

• 염기의 세기 : Cl^- < CH_3COO^-

3 물의 자동 이온화와 pH

(1) 물의 자동 이온화 : 물은 대부분 분자 상태로 존재하지만 매우 적은 양의 물이 이온화하여 평형을 이룬다.



$$H_2O(l)+H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq)+OH^-(aq)$$

① 물의 이온곱 상수(K_w) : 물이 자동 이온화하여 평형을 이룰 때 물의 이온곱 상수 K_w는 다음과 같다.
$K_w=[H_3O^+][OH^-]$

② 25℃에서 $K_w=[H_3O^+][OH^-]=1\times10^{-14}$이다. 물에서는 $[H_3O^+]=[OH^-]$이므로 $[H_3O^+]=[OH^-]=1\times10^{-7}$ M이다.

③ 물의 자동 이온화 반응은 흡열 반응이므로 온도가 높을수록 K_w는 커진다.

④ 산의 이온화 상수 K_a와 그 짝염기의 이온화 상수 K_b 사이에는 $K_w=K_a\cdot K_b$의 관계가 성립한다.

(2) 수소 이온 농도 지수(pH)와 수산화 이온 농도 지수(pOH)

① $pH=-\log[H_3O^+]$, $pOH=-\log[OH^-]$

② 25℃에서 pH+pOH=14이며, 수용액이 중성일 때 pH=pOH=7이다.

③ 온도가 일정할 때 $[H_3O^+]$가 클수록 pH가 작고, pOH는 크다.

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 몰 농도가 C M인 약산의 이온화도(α)는 매우 작기 때문에 이온화 상수 $K_a = C \cdot \alpha^2$이고, 수소 이온 농도 $[H_3O^+] = C \cdot \alpha = \sqrt{C \cdot K_a}$이다.

간략 풀이 | ㄱ. $HX(aq)$의 $C = 0.1$ M, $[H_3O^+] = 10^{-3}$ M이므로 $[H_3O^+] = \sqrt{C \cdot K_a}$를 이용하여 K_a를 구하면 HX의 이온화 상수 $K_a = 1 \times 10^{-5}$이다.

$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$이므로 이온화도는 HY가 HX보다 크다.

ㄴ. $HX(aq)$에 0.005몰의 $NaOH(s)$을 넣어 반응시키면 $[HX] = [X^-]$이므로

$K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]} = [H_3O^+]$

$= 1.0 \times 10^{-5}$이다. 따라서 이 용액의 pH는 4보다 크다.

ㄷ. $HY(aq)$에 1 M $NaOH(aq)$ 150 mL를 넣으면 중화점에 도달한다. 중화점에서 $[Y^-] = 0.5$ M이고,

Y^-의 $K_b = \frac{K_w}{K_a} = 5 \times 10^{-11}$이므로

$[OH^-] = \sqrt{C \cdot K_b} = \sqrt{0.5 \times 5 \times 10^{-11}}$

$= 5 \times 10^{-6}$이다. 따라서 이 용액의 pOH는 6보다 작으므로 pH는 8보다 크다.

정답 | ③

테마 대표 문제

표는 25℃에서 약산 HX와 HY의 수용액에 대한 자료이다. 25℃에서 HY의 이온화 상수(K_a)는 2×10^{-4}이고, 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.

| 2015 대수능 |

수용액	부피(mL)	몰 농도(M)	pH
$HX(aq)$	100	0.1	3
$HY(aq)$	150	1	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 두 수용액에서 산의 이온화도는 HX < HY이다.
ㄴ. $HX(aq)$에 0.005몰의 $NaOH(s)$을 넣은 용액의 pH는 25℃에서 4보다 작다.
ㄷ. $HY(aq)$에 1 M $NaOH(aq)$ 150 mL를 넣은 용액의 pH는 25℃에서 8보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 수용액의 부피, pH를 제시한 점은 유사하지만 산과 염기를 함께 제시하고, 몰 농도 대신 이온화도를 제시한 점이 다르다.

배경 지식 | 약산의 이온화 상수(K_a), 수소 이온 농도($[H_3O^+]$)

- $K_a = C \cdot \alpha^2$
  (C : 몰 농도, α : 이온화도)
- $[H_3O^+] = C \cdot \alpha = \sqrt{C \cdot K_a}$

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 39쪽

표는 25℃에서 약산 $HX(aq)$과 $NaOH(aq)$에 대한 자료의 일부이다. 25℃에서 HX의 이온화 상수(K_a)는 2×10^{-5}이다.

6066-0161

수용액	부피(mL)	이온화도(α)	pH
$HX(aq)$	200	0.01	
$NaOH(aq)$	100		13

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

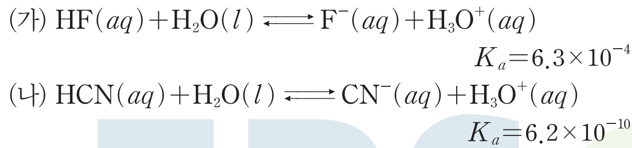
ㄱ. 몰 농도는 $NaOH(aq)$이 $HX(aq)$보다 크다.
ㄴ. $HX(aq)$의 pH는 3보다 작다.
ㄷ. $HX(aq)$ 100 mL와 $NaOH(aq)$ 200 mL를 혼합한 용액의 pH는 7보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

6066-0162

다음은 25℃에서 2가지 산의 이온화 반응식과 이온화 상수(K_a)이다.


(가) $HF(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons F^-(aq)+H_3O^+(aq)$ $K_a=6.3\times10^{-4}$

(나) $HCN(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons CN^-(aq)+H_3O^+(aq)$ $K_a=6.2\times10^{-10}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

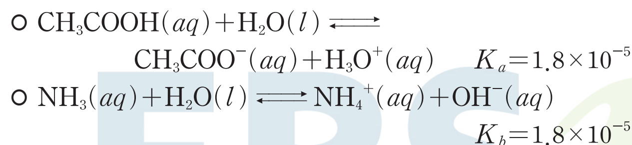
ㄱ. HCN의 짝염기는 CN^-이다.
ㄴ. (가)에서 산의 세기는 H_3O^+이 HF보다 크다.
ㄷ. 산의 세기는 HF가 HCN보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0163

다음은 25℃에서 산과 염기의 이온화 반응식과 이온화 상수이다.


○ $CH_3COOH(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq)+H_3O^+(aq)$ $K_a=1.8\times10^{-5}$

○ $NH_3(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq)+OH^-(aq)$ $K_b=1.8\times10^{-5}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1.0×10^{-14}이다.)

보기

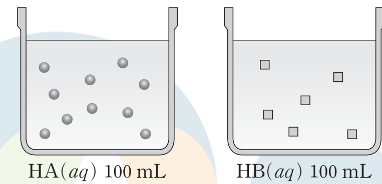
ㄱ. H_2O은 양쪽성 물질이다.
ㄴ. 산의 세기는 NH_4^+이 CH_3COOH보다 크다.
ㄷ. 25℃에서 수용액에 들어 있는 전체 이온 수는 0.1 M $CH_3COOH(aq)$ 1 L와 0.1 M $NH_3(aq)$ 1 L가 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0164

그림은 25℃에서 같은 몰 농도의 산 $HA(aq)$ 100 mL와 $HB(aq)$ 100 mL에 들어 있는 음이온을 모형으로 나타낸 것이다.



25℃에서 $HB(aq)$이 $HA(aq)$보다 큰 값을 가지는 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 산의 이온화도(α)
ㄴ. pH
ㄷ. 산의 짝염기의 이온화 상수(K_b)

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0165

표는 25℃에서 약산 $HX(aq)$과 $HY(aq)$에 대한 자료의 일부이다.

수용액	몰 농도(M)	이온화 상수(K_a)	pH
$HX(aq)$	0.1		3
$HY(aq)$		5×10^{-4}	2

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

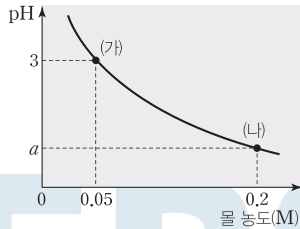
ㄱ. 이온화 상수(K_a)는 HY가 HX보다 크다.
ㄴ. $HY(aq)$의 몰 농도는 0.2 M이다.
ㄷ. 산의 이온화도는 HY가 HX보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6066-0166

그림은 25℃에서 약산 $HA(aq)$의 몰 농도에 따른 pH를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 25℃에서 HA의 이온화 상수(K_a)는 2×10^{-5}이다.

ㄴ. $a=2$이다.

ㄷ. HA의 이온화도는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6066-0167

다음은 25℃에서 약산 $HA(aq)$과 약염기 $B(aq)$에 대한 자료이다.

- HA의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-6}이고, B의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-5}이다.
- 몰 농도는 $HA(aq)$이 0.01 M, $B(aq)$이 0.2 M이다.

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

ㄱ. 염기의 세기는 A^-이 B보다 크다.

ㄴ. $HA(aq)$의 pOH는 10이다.

ㄷ. $B(aq)$의 pH는 11보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6066-0168

다음은 물의 자동 이온화 반응의 열화학 반응식과 온도에 따른 물의 이온곱 상수(K_w)를 나타낸 것이다.



$$H_2O(l)+H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq)+OH^-(aq) \quad \Delta H$$

온도(℃)	10	25	40
$K_w(\times10^{-14})$	0.3	1.0	2.9

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ΔH는 0보다 크다.

ㄴ. $[H_3O^+]$는 10℃의 $H_2O(l)$이 40℃의 $H_2O(l)$보다 크다.

ㄷ. 40℃에서 0.1 M $HCl(aq)$의 pOH는 13보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

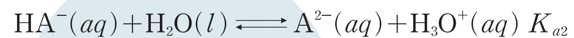
▶ 6066-0169

다음은 25℃에서 약산 $H_2A(aq)$에 대한 자료이다.

- 이온화 반응식과 이온화 상수



$$H_2A(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons HA^-(aq)+H_3O^+(aq) \quad K_{a1}$$



$$HA^-(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons A^{2-}(aq)+H_3O^+(aq) \quad K_{a2}$$

- $K_{a1}>K_{a2}$이다.
- 물의 이온곱 상수는 K_w이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 산의 세기는 HA^-이 H_2A보다 크다.

ㄴ. 수용액에서 가장 많이 존재하는 이온은 H_3O^+이다.

ㄷ. 25℃에서 HA^-의 이온화 상수(K_b)는 $\frac{K_w}{K_{a2}}$이다.

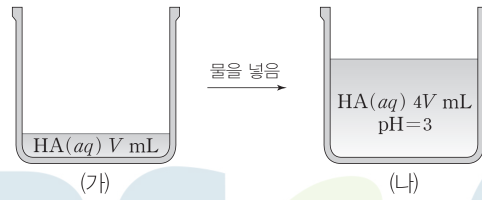
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설 41쪽

09

6066-0170

그림은 약산 HA(aq) V mL에 물을 넣어 pH가 3인 HA(aq) $4V$ mL를 만드는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. 몰 농도는 (가)가 (나)의 4배이다.
ㄴ. $[A^-]$는 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. (가)의 pH는 2보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
약산 수용액의 농도를 C M, 이온화도를 α라고 하면 약산의 이온화 상수(K_a)는 (   )이고 $[H_3O^+]$는 (   )이다.

10

6066-0171

표는 25°C에서 산 HA(aq)와 HB(aq)의 몰 농도에 따른 pH를 나타낸 것이다. HA와 HB는 각각 강산과 약산 중 하나이다.

수용액	pH		
	0.1 M	0.01 M	0.001 M
HA(aq)	1	2	x
HB(aq)	2.5	3	y

25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 같은 몰 농도의 수용액에서 이온화도는 HB가 HA보다 크다.
ㄴ. HB의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-5}이다.
ㄷ. $y-x=0.5$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10
(   )는 $-\log[H_3O^+]$이므로 0.1 M HCl(aq)의 pH는 (   )이고, 0.01 M HCl(aq)의 pH는 (   )이다.

정답
09 $C\cdot\alpha^2$, $C\cdot\alpha$
10 pH, 1, 2

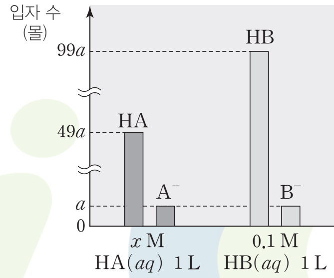
11

(　　)는 $-\log[OH^-]$이다. 25°C에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이므로 $pH+pOH=($　　$)$이다.

11

6066-0172

그림은 25°C에서 x M 약산 $HA(aq)$ 1 L와 0.1 M 약산 $HB(aq)$ 1 L에 들어 있는 입자 수를 나타낸 것이다.



25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

ㄱ. $x=0.05$이다.
ㄴ. pOH는 $HA(aq)$이 $HB(aq)$보다 크다.
ㄷ. B^-의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-9}이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

약염기 수용액의 농도를 C M, 이온화도를 α, 물의 이온곱 상수를 K_w라고 하면 약염기의 이온화 상수(K_b)는 (　　)이고 $[OH^-]$는 (　　)이며 $[H_3O^+]$는 (　　)이다.

12

6066-0173

다음은 25°C에서 $HA(aq)$, $HB(aq)$, $C(aq)$에 대한 자료이다.

- HA와 HB는 각각 이온화도(α)가 1인 강산, 이온화 상수(K_a)가 1×10^{-4}인 약산 중 하나이다.
- C는 이온화 상수(K_b)가 1×10^{-6}인 약염기이다.
- 산 또는 염기 x몰을 녹여 만든 $HA(aq)$, $HB(aq)$, $C(aq)$의 부피와 pH는 다음과 같다.

수용액	부피(L)	pH
$HA(aq)$	0.01	3
$HB(aq)$	1	4
$C(aq)$	0.01	y

x와 y는? (단, 25°C에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

	x	y
①	10^{-5}	9
②	10^{-5}	10
③	10^{-5}	11
④	10^{-4}	9
⑤	10^{-4}	10

정답

11 pOH, 14
12 $C\cdot\alpha^2$, $C\cdot\alpha$, $\frac{K_w}{C\cdot\alpha}$

13

6066-0174

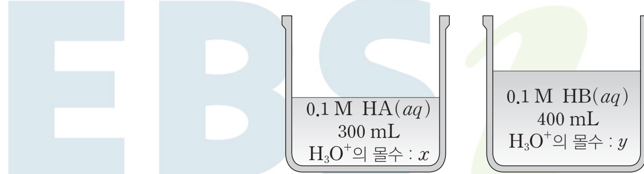
다음은 25°C에서 약산 $HA(aq)$, $HB(aq)$과 관련된 자료이다.

- $HA(aq)$과 $HB(aq)$을 혼합하면 산과 짝염기가 평형 상태에 도달한다. 이때 화학 반응식과 평형 상수(K)는 다음과 같다.



$$HA(aq)+B^-(aq) \rightleftharpoons A^-(aq)+HB(aq) \qquad K=4$$

- 0.1 M $HA(aq)$ 300 mL와 0.1 M $HB(aq)$ 400 mL에 들어 있는 H_3O^+의 몰수의 합($x+y$)은 0.001 몰이다.

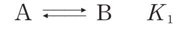


25°C에서 HA의 이온화 상수(K_a)는?

① 2×10^{-5}　② 4×10^{-5}　③ 1×10^{-4}
④ 2×10^{-4}　⑤ 4×10^{-4}

13

다음은 2가지 화학 반응식과 평형 상수이다.



A $\rightleftharpoons$ B　K_1



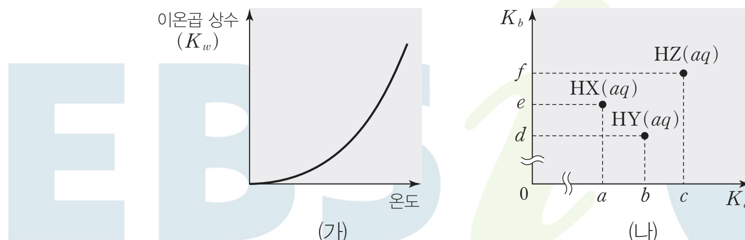
C $\rightleftharpoons$ D　K_2

A+C $\rightleftharpoons$ B+D 반응의 평형 상수는 (　　)이고, A+D $\rightleftharpoons$ B+C 반응의 평형 상수는 (　　)이다.

14

6066-0175

그림 (가)는 온도에 따른 물의 이온곱 상수를, (나)는 산 $HX(aq)$~$HZ(aq)$에서 HX~HZ의 이온화 상수(K_a)와 짝염기의 이온화 상수(K_b)를 나타낸 것이다. $HX(aq)$과 $HY(aq)$의 온도는 t_1°C, $HZ(aq)$의 온도는 t_2°C이다.



(가)　(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 산의 세기는 HX가 HY보다 크다.

ㄴ. $e=\dfrac{bd}{a}$이다.

ㄷ. t_2는 t_1보다 크다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ

14

물의 자동 이온화 반응은 흡열 반응이므로 온도가 높을수록 물의 이온곱 상수(K_w)는 (감소 / 증가)한다.

정답

13 $K_1\times K_2$, $\dfrac{K_1}{K_2}$

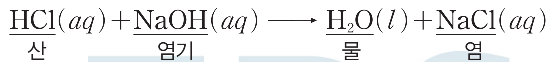
14 증가

THEME 12

중화 반응과 염 수용액

1 중화 반응

(1) 중화 반응 : 산과 염기가 반응하여 물과 염이 생성되는 반응



$$\underset{\text{산}}{\underline{HCl(aq)}}+\underset{\text{염기}}{\underline{NaOH(aq)}} \longrightarrow \underset{\text{물}}{\underline{H_2O(l)}}+\underset{\text{염}}{\underline{NaCl(aq)}}$$

① 중화 반응의 알짜 이온 반응식 :



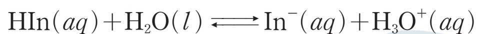
$$H^+(aq)+OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

② 중화 반응의 양적 관계 : 중화 반응에서 H^+과 OH^-은 1:1의 몰 수 비로 반응한다.

산이 내놓는 H^+의 몰수＝염기가 내놓는 OH^-의 몰수 $nMV=n'M'V'$ (n, n' : 가수, M, M' : 몰 농도, V, V' : 부피)

(2) 지시약 : 수용액의 pH에 따라 색깔이 달라지는 물질로, 산성과 염기성을 구별하거나 중화 적정 실험에서 중화점을 찾는 데 이용된다. 지시약은 그 자체가 약산 또는 약염기이다.

① 지시약의 변색 원리



$$HIn(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons In^-(aq)+H_3O^+(aq)$$

- 산성 용액에서 지시약의 색깔 : 지시약을 산성 용액에 넣으면 H_3O^+의 농도가 증가하여 평형이 역반응 쪽으로 이동하므로 HIn의 색깔이 나타난다.
- 염기성 용액에서 지시약의 색깔 : 지시약을 염기성 용액에 넣으면 OH^-과의 중화 반응에 의해 H_3O^+의 농도가 감소하여 평형이 정반응 쪽으로 이동하므로 In^-의 색깔이 나타난다.

② 지시약의 변색 범위 : 지시약의 색이 변하는 pH 범위

중화 적정에서 지시약을 정할 때에는 적정 곡선에서 pH가 급격하게 변하는 구간에 지시약의 변색 범위가 포함되는 것을 사용해야 한다.

지시약	변색 범위 (pH)	색깔		
		산성	중성	염기성
메틸 오렌지	3.1~4.4	붉은색	노란색	노란색
브로모티몰 블루 (BTB)	6.0~7.6	노란색	녹색	푸른색
페놀프탈레인	8.2~10.0	무색	무색	붉은색

(3) 중화 적정

① 중화 적정 과정

(가) 농도를 모르는 산(또는 염기)의 수용액을 피펫으로 정확히 취해 삼각 플라스크에 넣는다. (나) 삼각 플라스크에 지시약을 몇 방울 떨어뜨린다. (다) 농도를 알고 있는 염기(또는 산)의 표준 용액을 뷰렛에 넣고, 삼각 플라스크에 떨어뜨리면서 흔들어 준다. (라) 용액의 색이 변하는 순간까지 넣어 준 표준 용액의 부피를 측정한다. (마) 중화 반응의 양적 관계($nMV=n'M'V'$)를 이용하여 산(또는 염기)의 농도를 구한다.

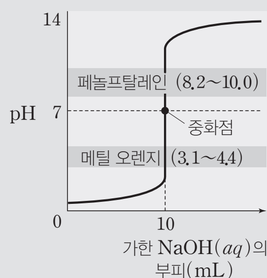
② 중화점 찾기

- 지시약 이용 : 지시약의 색이 갑자기 변하는 지점
- 중화열 이용 : 혼합 용액의 온도가 가장 높은 지점
- 전기 전도도 측정 : 강산과 강염기의 중화 적정인 경우, 전기 전도도가 최소인 지점

자료 분석 특강 | 산과 염기의 중화 적정 곡선

강산을 강염기로 적정하는 경우

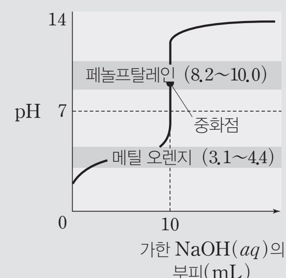
[0.1 M $HCl(aq)$ 10 mL를 0.1 M $NaOH(aq)$으로 적정]



❶ 25℃에서 중화점의 pH는 7이다.
❷ 중화점까지 가한 $NaOH(aq)$의 부피는 10 mL이다.
❸ pH 3~11 사이의 변색 범위를 가지는 지시약(페놀프탈레인 또는 메틸 오렌지 등)을 사용할 수 있다.

약산을 강염기로 적정하는 경우

[0.1 M $CH_3COOH(aq)$ 10 mL를 0.1 M $NaOH(aq)$으로 적정]

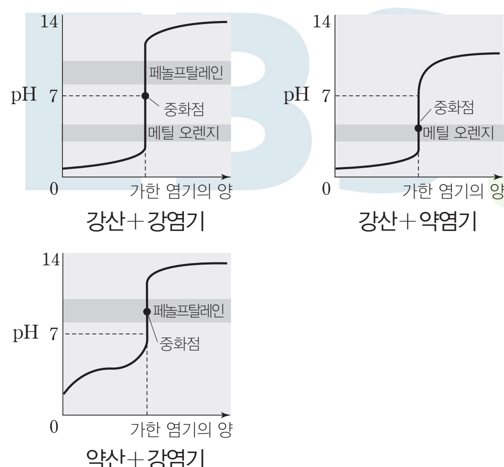


❶ 25℃에서 중화점의 pH는 7보다 크다. ➡ 약산인 CH_3COOH의 짝염기인 CH_3COO^-이 물과 반응하여 OH^-이 생성되기 때문이다.
$CH_3COO^-(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq)+OH^-(aq)$
❷ 중화점까지 가한 $NaOH(aq)$의 부피는 10 mL이다.
❸ pH 6~11 사이의 변색 범위를 가지는 지시약(페놀프탈레인)을 사용할 수 있다. 메틸 오렌지는 변색 범위가 3.1~4.4이므로 사용할 수 없다.

③ 중화 적정에 쓰이는 실험 기구

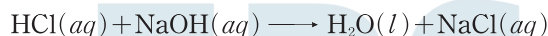
- 피펫 : 정확한 부피의 용액을 옮길 때 사용한다.
- 뷰렛 : 중화점까지 가한 표준 용액의 부피를 측정할 때 사용한다.
- 부피 플라스크 : 정확한 농도의 표준 용액을 만들 때 사용한다.

④ 중화 적정 곡선 : 중화 적정에서 가해 준 산이나 염기의 부피에 따른 혼합 용액의 pH를 나타낸 곡선



2 염의 가수 분해

(1) 염 : 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 생성된 물질



$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$

(2) 염의 가수 분해 : 염이 물에 녹을 때 생성된 이온이 물과 반응하여 H_3O^+이나 OH^-을 생성하는 반응

① 강산과 강염기의 반응으로 생성된 염 : 이온화된 이온들이 가수 분해되지 않는다. 예 $NaCl$, $NaNO_3$

- 이온화 : $NaCl(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

② 강산과 약염기의 반응으로 생성된 염 : 약염기의 짝산인 양이온이 가수 분해되므로 수용액이 산성을 띤다.

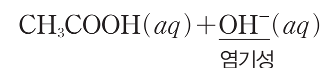
예 NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$

- 이온화 : $NH_4Cl(aq) \longrightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$
- 가수 분해 : $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + \underline{H_3O^+}(aq)$ (산성)

③ 약산과 강염기의 반응으로 생성된 염 : 약산의 짝염기인 음이온이 가수 분해되므로 수용액이 염기성을 띤다.

예 $NaHCO_3$, Na_2CO_3, CH_3COONa

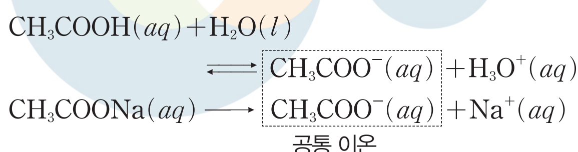
- 이온화 : $CH_3COONa(aq) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$
- 가수 분해 : $CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons$



$CH_3COOH(aq) + \underline{OH^-}(aq)$ (염기성)

3 공통 이온 효과

(1) 공통 이온 : 아세트산(CH_3COOH) 수용액에 아세트산 나트륨(CH_3COONa)을 넣으면 약산인 아세트산은 일부만 이온화하고, 아세트산 나트륨은 완전히 이온화하여 아세트산 이온과 나트륨 이온을 생성한다. 이때 아세트산 이온(CH_3COO^-)처럼 공통으로 생성되는 이온을 공통 이온이라고 한다.



$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons \boxed{CH_3COO^-(aq)} + H_3O^+(aq)$

$CH_3COONa(aq) \longrightarrow \boxed{CH_3COO^-(aq)} + Na^+(aq)$

공통 이온

(2) 공통 이온 효과

① 평형 이동 법칙(르샤틀리에 원리) : 평형 상태에 있는 화학 반응에서 외부 조건을 변화시키면 그 변화를 감소시키려는 방향으로 평형이 이동한다.

② 공통 이온 효과 : 약전해질 수용액에 공통 이온을 넣으면, 그 이온의 농도가 감소하는 방향으로 평형이 이동하는 것을 공통 이온 효과라고 한다.

- 약산이나 약염기에 공통 이온을 넣으면 공통 이온의 농도가 감소하는 방향으로 평형이 이동하므로 H_3O^+이나 OH^-의 농도가 변한다.
- $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons$



$CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$

➡ $CH_3COONa(s)$ 첨가 : 공통 이온인 CH_3COO^-의 농도가 증가하여 평형이 역반응 쪽으로 이동하므로 H_3O^+의 농도는 감소한다. 온도가 일정한 경우 CH_3COOH의 이온화 상수(K_a)는 변하지 않는다.

- $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

➡ $NH_4Cl(s)$ 첨가 : 공통 이온인 NH_4^+의 농도가 증가하여 평형이 역반응 쪽으로 이동하므로 OH^-의 농도는 감소한다. 온도가 일정한 경우 NH_3의 이온화 상수(K_b)는 변하지 않는다.

자료 분석 특강 | 염의 가수 분해

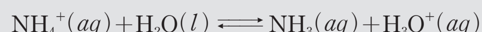
[NH_4Cl의 가수 분해]

❶ 염의 이온화



$NH_4Cl(aq) \longrightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$

❷ 가수 분해 : 약염기의 짝산(NH_4^+)이 물과 반응하여 H_3O^+을 생성한다.



$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$

❸ 수용액의 액성 : 산성, pH<7(25°C에서)

[CH_3COONa의 가수 분해]

❶ 염의 이온화



$CH_3COONa(aq) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$

❷ 가수 분해 : 약산의 짝염기(CH_3COO^-)가 물과 반응하여 OH^-을 생성한다.



$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$

❸ 수용액의 액성 : 염기성, pH>7(25°C에서)

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 약산과 강염기가 중화 반응할 때 중화점의 $\frac{1}{2}$인 지점에서는 $[HA]=[A^-]$이므로 $K_a=\frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}=[H_3O^+]$이다.

간략 풀이 | ㄱ. P는 $HA(aq)$과 $NaOH(aq)$의 중화점의 $\frac{1}{2}$인 지점이므로 HA의 $K_a=[H_3O^+]=10^{-6.3}$이다. A^-의 $K_b=\frac{K_w}{K_a}=\frac{1\times10^{-14}}{10^{-6.3}}=1\times10^{-7.7}$이다.

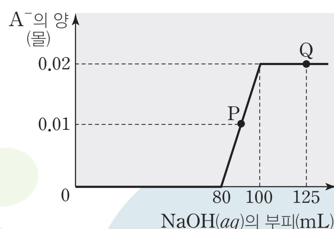
ㄴ. $NaOH(aq)$ 80 mL를 넣을 때 A^-의 몰수는 0에 가까울 정도로 매우 작으므로 혼합 수용액에 들어 있는 HCl의 몰수는 1 M×0.08 L=0.08몰이다. P에서 Cl^-의 몰수는 0.08몰, A^-의 몰수는 0.01몰이므로 $\frac{[Cl^-]}{[A^-]}=8$이다.

ㄷ. Q는 중화점에서 $NaOH(aq)$ 25 mL를 더 넣은 지점이므로 수용액의 전체 부피는 225 mL이고, OH^-의 몰수는 0.025몰이다. Q에서 $[OH^-]=\frac{0.025}{0.225}=\frac{1}{9}$(M)이다.

정답 | ③

테마 대표 문제

그림은 $HCl(aq)$과 약산 $HA(aq)$의 혼합 수용액 100 mL에 1 M $NaOH(aq)$을 넣을 때, 넣은 $NaOH(aq)$의 부피에 따른 A^-의 양을 나타낸 것이다. P에서 pH는 6.3이다. | 2016 9월 모의평가 |



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25℃로 일정하고, 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.) [3점]

보기

ㄱ. 염기 A^-의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-8}보다 크다.
ㄴ. P에서 $\frac{[Cl^-]}{[A^-]}=8$이다.
ㄷ. Q에서 $[OH^-]=0.2$ M이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 중화 반응에서 넣어 준 $NaOH(aq)$의 부피에 따른 A^-의 몰수를 제시한 것은 유사하지만, 산의 이온화 상수를 제시한 점이 다르다.

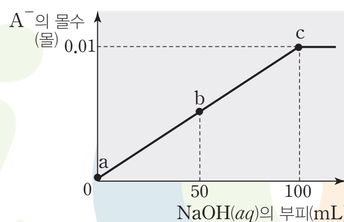
배경 지식 | • 중화 반응에서 H^+과 OH^-은 1:1의 몰수 비로 반응한다. 산과 염기는 중화점에서 $nMV=n'M'V'$의 식이 성립한다.
(n, n' : 산과 염기의 가수
M, M' : 산과 염기의 몰 농도
V, V' : 산과 염기의 부피)
• $HA(aq)$에서 $[H_3O^+]=[A^-]=C\cdot\alpha=\sqrt{C\cdot K_a}$ (C : 몰 농도, α : 이온화도)이다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 43쪽

그림은 약산 $HA(aq)$ 50 mL에 0.1 M $NaOH(aq)$을 넣을 때, 혼합 수용액에 들어 있는 A^-의 몰수를 $NaOH(aq)$의 부피에 따라 나타낸 것이다. 25℃에서 HA의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-5}이다.

6066-0176



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

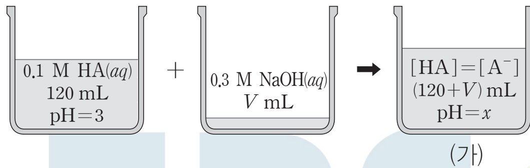
ㄱ. a에서 HA의 이온화도(α)는 0.01보다 작다.
ㄴ. b에서 pH는 5이다.
ㄷ. Na^+의 몰수는 c에서가 b에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

6066-0177

그림은 0.1 M 약산 HA(aq) 120 mL에 0.3 M NaOH(aq) V mL를 넣어 혼합 용액 (가)를 만드는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C로 일정하다.)

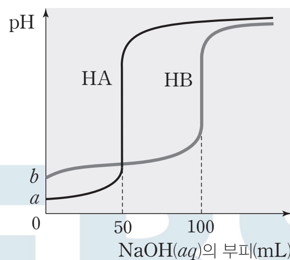
보기
ㄱ. V=20이다.
ㄴ. x=5이다.
ㄷ. (가)에 0.3 M NaOH(aq) V mL를 더 넣으면 혼합 용액의 pH는 7보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0178

그림은 강산 HA(aq) 100 mL와 약산 HB(aq) 100 mL를 0.2 M NaOH(aq)으로 각각 적정한 중화 적정 곡선을 나타낸 것이다. 25°C에서 HB의 이온화 상수(K_a)는 2×10^{-5}이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C로 일정하고, HA의 이온화도(α)는 1이다.)

보기
ㄱ. 몰 농도는 HB(aq)이 HA(aq)의 2배이다.
ㄴ. 중화점에서 pH는 HA(aq)이 HB(aq)보다 크다.
ㄷ. ($b-a$)는 2보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0179

표는 0.1 M 약산 HA(aq)과 0.2 M NaOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(라)에 대한 자료이다.

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)		pH
	HA(aq)	NaOH(aq)	
(가)	50	25	x
(나)	100	10	y
(다)	100	25	4
(라)	100	50	z

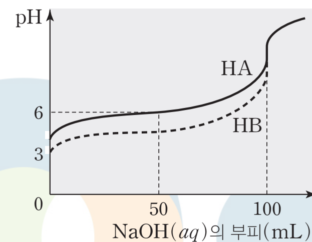
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C로 일정하고, 25°C에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

① (가)에서 반응한 HA의 몰수와 NaOH의 몰수는 같다.
② (가)~(라) 중 pOH가 pH보다 큰 수용액은 2가지이다.
③ A^-의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-10}이다.
④ x는 z보다 크다.
⑤ y는 4보다 작다.

04

6066-0180

그림은 약산 HA(aq) 100 mL와 약산 HB(aq) 100 mL를 0.1 M NaOH(aq)으로 각각 적정한 중화 적정 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C로 일정하고, 25°C에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

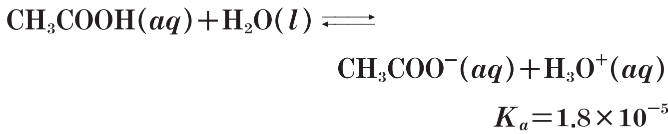
보기
ㄱ. HA의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-6}이다.
ㄴ. 산의 이온화도는 HB가 HA보다 크다.
ㄷ. 중화점에서 [B^-]는 [A^-]보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0181

다음은 $CH_3COOH(aq)$의 이온화 반응식과 이온화 상수이다.



$$CH_3COOH(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq)+H_3O^+(aq)$$

$$K_a=1.8\times10^{-5}$$

0.1 M $CH_3COOH(aq)$ 100 mL에서 $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$를 증가시킬 수 있는 방법으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하다.)

보기

ㄱ. $CH_3COOH(aq)$에 물 50 mL를 넣는다.
ㄴ. $CH_3COOH(aq)$에 0.1 M $NaOH(aq)$ 50 mL를 넣는다.
ㄷ. $CH_3COOH(aq)$에 0.1 M $CH_3COONa(aq)$ 50 mL를 넣는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

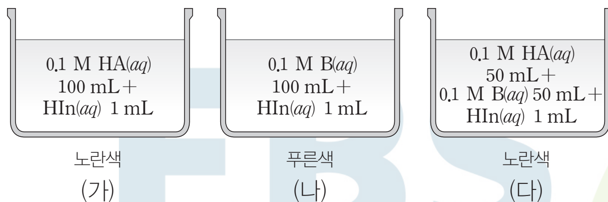
06

6066-0182

다음은 25℃에서 지시약 HIn에 대한 자료이다.

- 이온화 반응식 :
  $HIn(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons In^-(aq)+H_3O^+(aq)$
- $HIn(aq)$과 $In^-(aq)$의 색은 각각 노란색과 푸른색 중 하나이다.
- pH가 6.0보다 작은 수용액에서 $HIn(aq)$과 $In^-(aq)$ 중 하나의 색이 나타나고, pH가 7.6보다 큰 수용액에서 $HIn(aq)$과 $In^-(aq)$ 중 하나의 색이 나타난다.

그림은 산 $HA(aq)$, 염기 $B(aq)$, 산 $HA(aq)$과 염기 $B(aq)$을 혼합한 용액에 같은 몰 농도의 $HIn(aq)$ 1 mL를 넣었을 때 수용액의 색을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하다.)

보기

ㄱ. 수용액에서 $[In^-]$는 (가)가 (나)보다 크다.
ㄴ. $HIn(aq)$의 색은 노란색이다.
ㄷ. 25℃의 0.1 M 수용액에서 이온화도는 B가 HA보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0183

표는 염 NaA 수용액과 염 NaB 수용액에 대한 자료이다.

수용액	$NaA(aq)$	$NaB(aq)$
몰 농도(M)	0.1	0.01
부피(mL)	100	500
pH	9	9

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

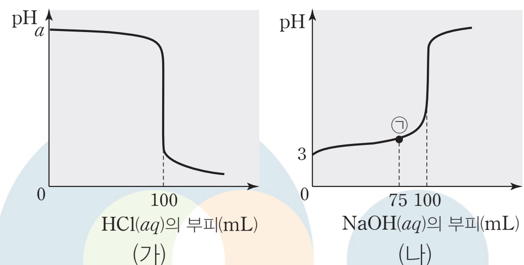
ㄱ. 수용액에 들어 있는 Na^+의 몰수는 $NaA(aq)$이 $NaB(aq)$의 2배이다.
ㄴ. 염기의 세기는 A^-이 B^-보다 크다.
ㄷ. 이온화 상수(K_a)는 HB가 HA보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0184

그림 (가)는 x M $NaOH(aq)$ 50 mL를 0.05 M $HCl(aq)$으로 적정한 중화 적정 곡선을, (나)는 y M 약산 $HA(aq)$ 50 mL를 x M $NaOH(aq)$으로 적정한 중화 적정 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

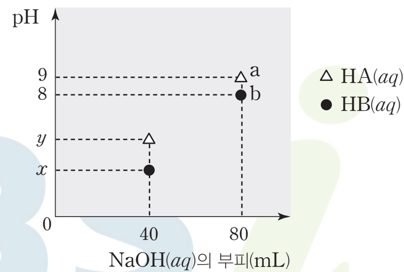
ㄱ. $a=13$이다.
ㄴ. $y=0.05$이다.
ㄷ. ㉠에서 pOH는 8보다 크다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6066-0185

그림은 약산 $HA(aq)$ 80 mL와 약산 $HB(aq)$ 80 mL에 0.2 M $NaOH(aq)$을 각각 넣었을 때 $NaOH(aq)$의 부피에 따른 수용액의 pH를 나타낸 것이다. a와 b는 중화점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

ㄱ. 염기의 세기는 B^-이 A^-보다 크다.
ㄴ. $NaOH(aq)$을 넣기 전 pH는 $HA(aq)$이 $HB(aq)$보다 크다.
ㄷ. $y-x=2$이다.

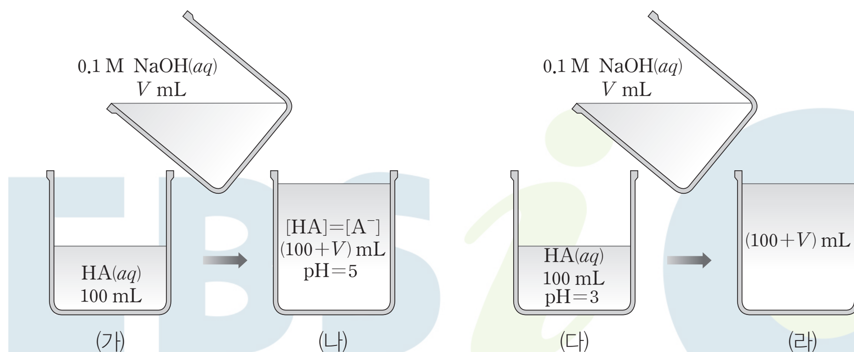
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
중화점의 $\frac{1}{2}$인 지점에서 [HA] = ( ) 이므로 K_a=( )이다.

10

6066-0186

그림은 25℃에서 농도가 다른 약산 $HA(aq)$ (가)와 (다)에 0.1 M $NaOH(aq)$ V mL를 각각 넣어 혼합 용액 (나)와 (라)를 만드는 과정을 나타낸 것이다. (라)에서 $HA(aq)$과 $NaOH(aq)$의 중화 반응이 완결된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

보기

ㄱ. 몰 농도는 (가)가 (다)의 2배이다.
ㄴ. V=50이다.
ㄷ. (라)에서 $[Na^+]$는 0.05 M이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
0.1 M $HA(aq)$ 100 mL와 0.1 M $NaOH(aq)$ 100 mL를 혼합한 용액에서 Na^+의 몰수는 ( ) 몰이고, Na^+의 몰 농도는 ( ) M이다.

정답
09 $[A^-]$, $[H_3O^+]$
10 0.01, 0.05

11

$HA(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq)+H_3O^+(aq)$ 반응에서 A^-의 몰수가 증가하면 르샤틀리에 원리에 의해 (HA / H_3O^+)의 몰수가 증가하고, (HA / H_3O^+)의 몰수가 감소한다.

12

25℃에서 0.1M 약염기 $B(aq)$의 pH가 11이면 pOH는 (　　)이고 B의 K_b는 (　　)이다.

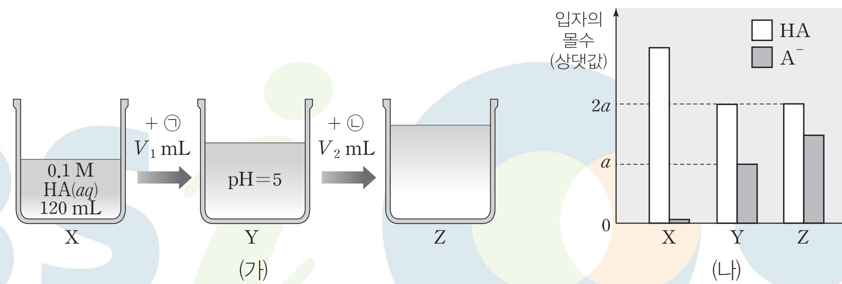
정답

11 HA, H_3O^+
12 3, 1×10^{-5}

11

▶ 6066-0187

그림 (가)는 0.1 M $HA(aq)$ 120 mL에 수용액 ㉠, ㉡을 순서대로 넣은 것을, (나)는 수용액 X～Z에 들어 있는 HA와 A^-의 몰수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 0.1 M $NaA(aq)$과 0.1 M $NaOH(aq)$ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하다.)

보기

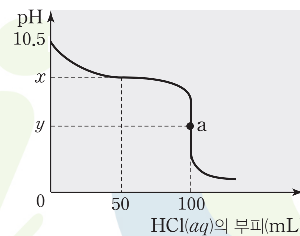
ㄱ. ㉠은 $NaA(aq)$이다.
ㄴ. HA의 이온화 상수(K_a)는 5×10^{-6}이다.
ㄷ. Z의 pH는 5보다 작다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 6066-0188

그림은 약염기 $B(aq)$ 100 mL를 0.1 M $HCl(aq)$으로 적정한 중화 적정 곡선이다. a는 중화점이다.



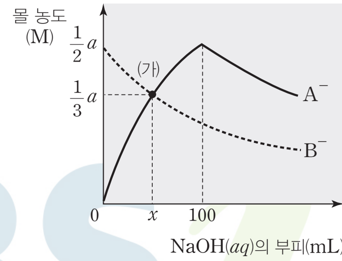
x의 값과 y의 범위는? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

	x	y의 범위
①	8	$4<y<5$
②	8	$5<y<6$
③	8	$6<y<7$
④	9	$4<y<5$
⑤	9	$5<y<6$

13

6066-0189

그림은 산 $HA(aq)$ 100 mL와 산 $HB(aq)$ 100 mL에 a M $NaOH(aq)$을 각각 넣어 적정할 때, $NaOH(aq)$의 부피에 따른 수용액에 들어 있는 A^-과 B^-의 몰 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C로 일정하고, 강산의 이온화도(α)는 1이다.)

보기

ㄱ. 염기의 세기는 A^-이 B^-보다 크다.
ㄴ. $x=50$이다.
ㄷ. $HA(aq)$에 $NaOH(aq)$을 적정한 용액은 (가)에서 [HA]가 $\frac{1}{3}a$ M이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6066-0190

표는 산 $HA(aq)$ 100 mL와 산 $HB(aq)$ 100 mL에 a M $NaOH(aq)$을 각각 넣어 적정할 때, $NaOH(aq)$의 부피에 따른 수용액에 들어 있는 H_3O^+의 몰수를 나타낸 것이다. HA와 HB는 각각 강산과 약산 중 하나이다. $HB(aq)$에 $NaOH(aq)$ 200 mL를 넣었을 때 $HB(aq)$과 $NaOH(aq)$의 중화 반응이 완결된다.

		NaOH(aq)의 부피(mL)			
		0	50	100	200
수용액에 들어 있는 H_3O^+의 몰수(몰)	HA(aq)	$100N$	$75N$	$50N$	x
	HB(aq)	$10N$	(가)	$2N$	y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C로 일정하고, 강산의 이온화도(α)는 1이다.)

보기

ㄱ. y는 x보다 크다.
ㄴ. $NaOH(aq)$을 넣기 전 $HA(aq)$과 $HB(aq)$의 몰 농도는 같다.
ㄷ. (가)는 $4.5N$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

13
$HCl(aq)$을 $NaOH(aq)$으로 중화점까지 적정하면 Cl^-의 몰수는 (감소 / 일정 / 증가)하고, Cl^-의 몰 농도는 (감소한다 / 일정하다 / 증가한다).

14
0.1 M $HCl(aq)$ 100 mL와 0.1 M $NaOH(aq)$ 50 mL를 혼합한 용액에서 H_3O^+의 몰 농도는 ( ) M이다.

정답
13 일정, 감소한다
14 $\frac{1}{30}$

산화 환원의 정의와 화학 전지

1 산화와 환원

(1) 산화 : 산소를 얻거나 전자를 잃거나 산화수가 증가하는 반응

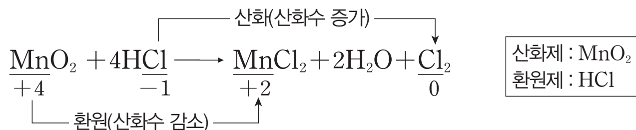
(2) 환원 : 산소를 잃거나 전자를 얻거나 산화수가 감소하는 반응

➡ 산화되는 물질이 잃은 전자 수와 환원되는 물질이 얻은 전자 수는 같고, 산화 환원 반응은 항상 동시에 일어난다.

(3) 산화제와 환원제

① 산화제 : 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질

② 환원제 : 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질



2 화학 전지

(1) 화학 전지

산화 환원 반응을 이용하여 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치

① 전지의 구성 : (−)극 | 전해질 용액 | (+)극

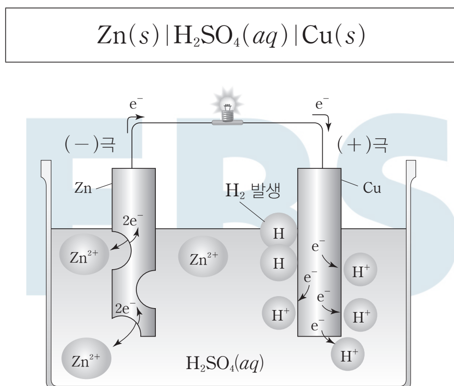
(−)극	(+)극
산화 반응	환원 반응
반응성이 큰 금속	반응성이 작은 금속

② 전자는 도선을 따라 (−)극에서 (+)극으로 이동한다.

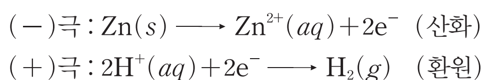
(2) 볼타 전지

아연(Zn)판과 구리(Cu)판을 묽은 황산에 담그고 도선으로 두 금속판을 연결한 전지이다.

$Zn(s) | H_2SO_4(aq) | Cu(s)$

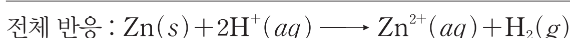


① 전극의 반응



(−)극 : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ (산화)

(+)극 : $2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$ (환원)



전체 반응 : $Zn(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

② 아연판의 질량은 감소하고, 구리판의 질량은 변하지 않는다.

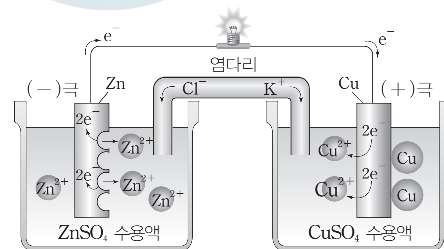
③ 분극 현상 : (+)극에서 발생한 수소 기체가 구리판을 둘러싸 구리판에서 수소 이온이 전자를 받는 반응을 방해하여 전압이 낮아지는 현상이다.

(3) 다니엘 전지

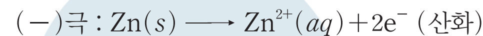
아연판을 황산 아연 수용액에 담그고, 구리판을 황산 구리(Ⅱ) 수용액에 담근 다음 두 전해질 수용액을 염다리로 연결하고, 도선으로 두 금속판을 연결한 전지이다.



$Zn(s) | ZnSO_4(aq) \| CuSO_4(aq) | Cu(s)$



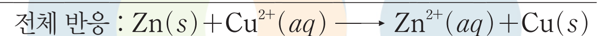
① 전극의 반응



(−)극 : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ (산화)



(+)극 : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$ (환원)



전체 반응 : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

② 아연판의 질량은 감소하고, 구리판의 질량은 증가한다.

③ 염다리 : 이온들이 이동하여 양쪽 수용액이 전기적으로 중성을 유지하도록 한다.

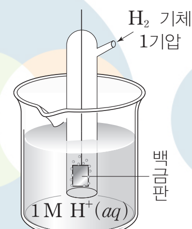
3 전지 전위

(1) 표준 수소 전극

25℃에서 수소 이온(H^+) 농도가 1 M인 용액에 넣은 백금판을 1기압의 수소(H_2) 기체가 둘러싸고 있는 반쪽 전지이다. ➡ 표준 수소 전극 전위는 0.00 V로 표준 전극 전위의 기준이다.



$2H^+(aq, 1\ M) + 2e^- \longrightarrow H_2(g, 1기압)\quad E^\circ = 0.00\ V$



(2) 환원 전위

① 반쪽 전지 : 전지에서 산화 반응이 일어나는 부분과 환원 반응이 일어나는 부분을 반쪽 전지라고 한다. 반쪽 전지의 전위를 전극 전위라고 하며, 환원되려는 경향 또는 산화되려는 경향의 크기를 나타낸다.

② 환원 전위 : 반쪽 전지를 환원 반응의 형태로 나타냈을 때의 전위를 환원 전위라고 한다.

(3) 표준 환원 전위(E°)

25℃에서 표준 수소 전극과 연결한 반쪽 전지의 전위를 환원 반응 형태로 나타낸 전위이다.

① 표준 환원 전위가 (+)값이면 H^+보다 환원되기 쉽고, (−)값이면 H^+보다 환원되기 어렵다.

② 표준 환원 전위가 클수록 환원되기 쉽다.

③ 표준 환원 전위가 큰 쪽이 전지의 (+)극이 된다.

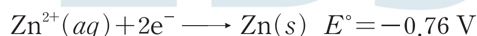
반쪽 반응	표준 환원 전위(V)	환원되는 경향
$F_2(g)+2e^- \longrightarrow 2F^-(aq)$	+2.87	환원되기 쉬움 ↑
$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \longrightarrow 2H_2O(l)$	+1.23	
$Ag^+(aq)+e^- \longrightarrow Ag(s)$	+0.80	
$Cu^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Cu(s)$	+0.34	
$Pb^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Pb(s)$	−0.13	
$Fe^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Fe(s)$	−0.45	
$Zn^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Zn(s)$	−0.76	
$2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$	−0.83	

(4) 표준 전지 전위($E^\circ_{전지}$)

① 표준 전지 전위($E^\circ_{전지}$)의 계산

> $E^\circ_{전지}$=[환원 반응이 일어나는 반쪽 전지의 표준 환원 전위]
> −[산화 반응이 일어나는 반쪽 전지의 표준 환원 전위]

예 $Zn(s) \mid ZnSO_4(aq) \parallel CuSO_4(aq) \mid Cu(s)$의 $E^\circ_{전지}$ 계산


$Zn^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Zn(s)$ $E^\circ=-0.76$ V


$Cu^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Cu(s)$ $E^\circ=+0.34$ V

➡ 표준 환원 전위가 큰 Cu가 (+)극, 작은 Zn이 (−)극이 된다.

➡ 표준 전지 전위($E^\circ_{전지}$)$=E^\circ_{환원}-E^\circ_{산화}$
$=+0.34\text{ V}-(-0.76\text{ V})$
$=+1.10\text{ V}$

② 반응의 진행 방향 예측 : 표준 전지 전위가 (+)값이면 반응이 자발적으로 일어나고, (−)값이면 자발적으로 일어나지 않는다.

4 전지 전위와 자유 에너지 변화

(1) 자유 에너지 변화(ΔG°)

화학 반응에서 $\Delta G^\circ<0$이면 그 반응은 자발적이고, $\Delta G^\circ>0$이면 그 반응은 비자발적이다.

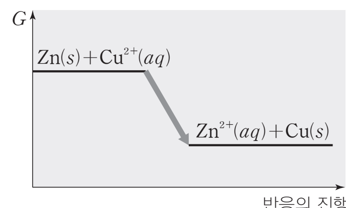
(2) 표준 전지 전위($E^\circ_{전지}$)와 자유 에너지 변화(ΔG°)

화학 전지에서 표준 전지 전위의 부호가 (+)일 때 자발적인 산화 환원 반응이 일어나 전류가 흐른다. 따라서 전지 전위와 자유 에너지 변화는 서로 반대 부호를 갖는다.

> $$\Delta G^\circ=-nFE^\circ_{전지}$$
> (n : 전지 반응에서 이동하는 전자의 몰수
> F : 패러데이 상수(96500 C/몰))

- $E^\circ_{전지}>0$이면 $\Delta G^\circ<0$이고 전지 반응은 자발적이다.
- $E^\circ_{전지}<0$이면 $\Delta G^\circ>0$이고 전지 반응은 비자발적이다.

예 $Zn^{2+}(aq)+Cu(s) \longrightarrow Zn(s)+Cu^{2+}(aq)$에서 $E^\circ_{전지}=E^\circ_{환원}-E^\circ_{산화}=-0.76-(+0.34)=-1.10$(V)로 $E^\circ_{전지}<0$이므로 주어진 반응은 자발적으로 일어나지 않는다. 역반응인 $Zn(s)+Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq)+Cu(s)$가 자발적인 반응이다.



황산 구리($CuSO_4$) 수용액과 아연(Zn)을 반응시킬 때의 자유 에너지(G) 변화

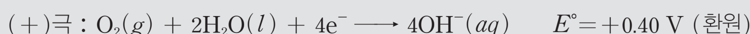
자료 분석 특강 | 수소・산소 연료 전지

❶ 전극으로 탄소 막대 또는 백금을 사용하고, 전해질로는 KOH 수용액을 사용한다.

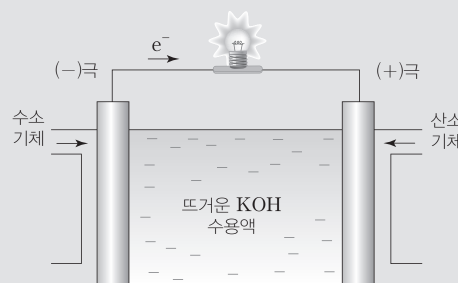

$H_2(g) \mid KOH(aq) \mid O_2(g)$ $E^\circ=1.23$ V

❷ 전극 반응 : (−)극에서는 수소가 산화되고, (+)극에서는 산소가 환원된다.


(−)극 : $2H_2(g)+4OH^-(aq) \longrightarrow 4H_2O(l)+4e^-$ $E^\circ=+0.83$ V (산화)


(+)극 : $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$ $E^\circ=+0.40$ V (환원)


전체 반응 : $2H_2(g)+O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$ $E^\circ_{전지}=+1.23$ V



❸ 환경 오염 물질을 배출하지 않고, 수소의 직접 연소 반응에 비해 에너지 효율이 높다.

접근 전략 / 간략 풀이

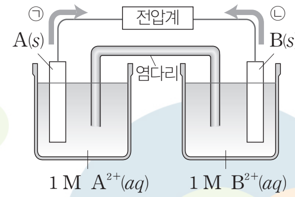
접근 전략 | 표준 환원 전위($E°$)가 클수록 환원되기 쉽고, 작을수록 산화되기 쉽다. 화학 전지에서 표준 전지 전위 $E°_{전지}$=(환원 반응이 일어나는 반쪽 전지의 표준 환원 전위)−(산화 반응이 일어나는 반쪽 전지의 표준 환원 전위)이다.

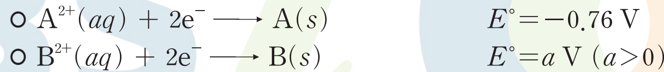
간략 풀이 | ㄱ. $a>0$이므로 A에서 산화 반응이 일어나고 B에서 환원 반응이 일어난다.
$E°_{전지}=a-(-0.76)=1.10(\mathrm{V})$, $a=0.34$이다.
ㄴ. A에서 산화 반응이 일어나므로 전자는 A에서 B로 이동한다. 전자의 이동 방향은 ㉠이다.
ㄷ. 금속 이온이 금속이 될 때 표준 환원 전위가 0보다 작으면 금속은 산화되고 H^+은 환원되므로 $A(s)+2H^+(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq)+H_2(g)$ 반응은 자발적으로 일어난다. 이 반응의 자유 에너지 변화($\Delta G°$)는 0보다 작다.
정답 | ①

테마 대표 문제

THEME 13

그림은 25℃, 1기압에서 어떤 화학 전지를 나타낸 것이고, 자료는 2가지 반쪽 반응에 대한 25℃에서의 표준 환원 전위($E°$)이다. 25℃에서 이 전지의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는 1.10 V이고 전자의 이동 방향은 ㉠과 ㉡ 중 하나이다. | 2016 대수능 |





- $A^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow A(s)$ $\quad E°=-0.76$ V
- $B^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow B(s)$ $\quad E°=a$ V $(a>0)$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. $a=0.34$이다.
ㄴ. 전자의 이동 방향은 ㉡이다.
ㄷ. 25℃에서 $A(s)+2H^+(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq)+H_2(g)$ 반응의 자유 에너지 변화($\Delta G°$)는 0보다 크다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 표준 전지 전위($E°_{전지}$)로부터 표준 환원 전위($E°$)를 구하는 것은 유사하지만, 화학 전지 대신 화학 반응을 제시한 것이 다르다.

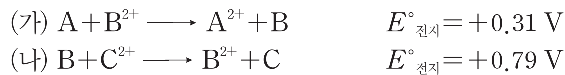
배경 지식 |
표준 전지 전위($E°_{전지}$)와 자유 에너지 변화($\Delta G°$)
- $E°_{전지}>0$이면 $\Delta G°<0$이고, 반응은 자발적이다.
- $E°_{전지}<0$이면 $\Delta G°>0$이고, 반응은 비자발적이다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 47쪽

다음은 25℃, 1기압에서 금속 A～C와 관련된 화학 반응의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)를 나타낸 것이다.

▶ 6066-0191



(가) $A+B^{2+} \longrightarrow A^{2+}+B$ $\quad E°_{전지}=+0.31$ V
(나) $B+C^{2+} \longrightarrow B^{2+}+C$ $\quad E°_{전지}=+0.79$ V

표는 25℃에서 A～C와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.

반쪽 반응	$E°$(V)
$A^{2+}+2e^- \longrightarrow A$	a
$B^{2+}+2e^- \longrightarrow B$	−0.45
$C^{2+}+2e^- \longrightarrow C$	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A～C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. $a=-0.14$이다.
ㄴ. (가)와 (나)의 자유 에너지 변화($\Delta G°$)는 0보다 작다.
ㄷ. A~C 중 1 M $HCl(aq)$에 넣었을 때 $H_2(g)$가 발생하는 금속은 2가지이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 6066-0192

그림은 25°C에서 몇 가지 금속과 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위(E°)를 나타낸 것이다.

E°(V)	반쪽 반응
+0.80	$Ag^+(aq)+e^- \longrightarrow Ag(s)$
+0.34	$Cu^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Cu(s)$
−0.26	$Ni^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Ni(s)$
−0.76	$Zn^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Zn(s)$
−2.37	$Mg^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Mg(s)$

25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 금속의 반응성은 Ni이 Mg보다 크다.

ㄴ. $Zn(s)$과 $Ag(s)$의 반쪽 전지로 전지를 구성하면 Zn은 (−)극이 된다.

ㄷ. $Mg(s)$과 $Cu(s)$의 반쪽 전지로 이루어진 전지의 표준 전지 전위($E^\circ_{전지}$)는 +2.71 V이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 6066-0193

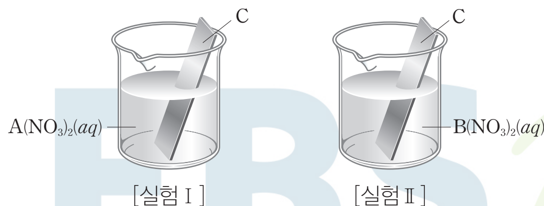
다음은 25°C에서 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 Ⅰ]

$A(NO_3)_2(aq)$에 금속 C를 넣었더니 수용액의 밀도가 변하였다.

[실험 Ⅱ]

$B(NO_3)_2(aq)$에 금속 C를 넣었더니 아무런 반응이 일어나지 않았다.



25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 실험 Ⅰ에서 전자는 C에서 A^{2+}으로 이동한다.

ㄴ. C는 B보다 산화되기 쉽다.

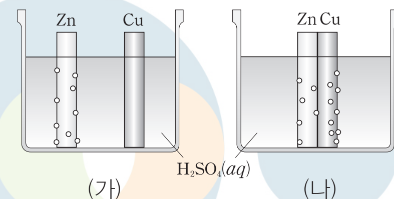
ㄷ. 금속 이온이 금속이 될 때 표준 환원 전위(E°)는 B가 A보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶ 6066-0194

그림 (가)는 $H_2SO_4(aq)$에 $Zn(s)$과 $Cu(s)$를 분리시켜 넣었을 때 Zn에서 $H_2(g)$가 발생하는 것을, (나)는 $H_2SO_4(aq)$에 $Zn(s)$과 $Cu(s)$를 접촉시켜 넣었을 때 Cu에서 $H_2(g)$가 발생하는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)와 (나)에서 수용액의 pH는 증가한다.

ㄴ. 질량이 감소하는 금속은 (가)에서 Zn이고 (나)에서 Cu이다.

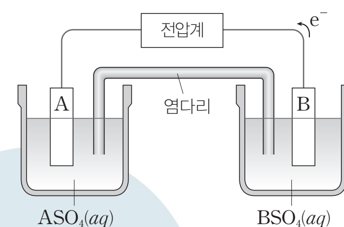
ㄷ. (가)에서 Zn과 Cu를 도선으로 연결하면 Cu에서 $H_2(g)$가 발생한다.

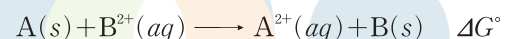
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 6066-0195

그림은 25°C에서 금속 A와 금속 B를 전극으로 하는 화학 전지와 전자(e^-)의 이동 방향을 나타낸 것이고, 자료는 25°C에서 A와 B^{2+}이 반응하는 화학 반응식이다.



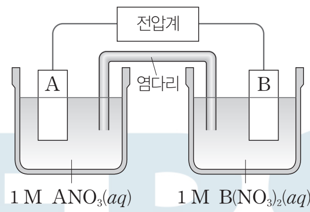


화학 전지에서 (−)극인 전극과, 화학 반응식에서 자유 에너지 변화(ΔG°)의 부호 또는 값으로 옳은 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

	(−)극인 전극	ΔG°
①	A	+
②	A	−
③	B	+
④	B	−
⑤	B	0

05
6066-0196

다음은 25°C에서 금속 A와 금속 B를 전극으로 사용한 화학 전지와 25°C에서 이와 관련된 반쪽 반응에 대한 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.



○ $A^{+}(aq)+e^{-} \longrightarrow A(s)$ $E°=+0.80$ V
○ $B^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow B(s)$ $E°=-0.40$ V

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

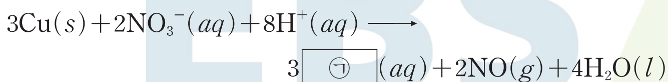
보기
ㄱ. A는 (−)극이다.
ㄴ. 반응이 진행되면 $B(NO_3)_2(aq)$에서 B^{2+}의 수가 증가한다.
ㄷ. 이 전지의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는 +2.00 V이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06
6066-0197

다음은 25°C에서 $HNO_3(aq)$에 $Cu(s)$를 넣었을 때 일어나는 반응의 화학 반응식과, 25°C에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.

$3Cu(s)+2NO_3^{-}(aq)+8H^{+}(aq) \longrightarrow$


3 ㉠ $(aq)+2NO(g)+4H_2O(l)$

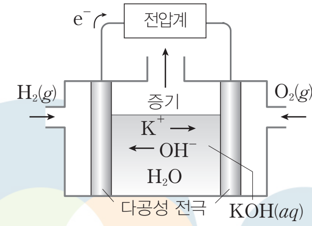
반쪽 반응	$E°$(V)
$Cu^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$	+0.34
$Cu^{+}(aq)+e^{-} \longrightarrow Cu(s)$	+0.52
$NO_3^{-}(aq)+4H^{+}(aq)+3e^{-} \longrightarrow NO(g)+2H_2O(l)$	+0.96

이 화학 반응식의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는?

① −0.60 V ② +0.10 V ③ +0.44 V
④ +0.62 V ⑤ +0.90 V

07
6066-0198

다음은 수소·산소 연료 전지의 구조와 각 전극에서 일어나는 반쪽 반응을 나타낸 것이다.



(가) $H_2(g)+2OH^{-}(aq) \longrightarrow 2H_2O(l)+2e^{-}$
(나) $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^{-} \longrightarrow 4OH^{-}(aq)$

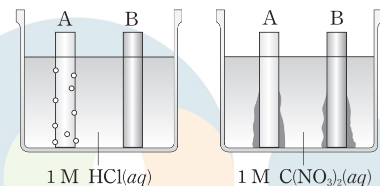
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 (−)극에서 일어난다.
ㄴ. 반응이 진행되면 OH^{-}의 몰수가 증가한다.
ㄷ. 전체 반응에서 O_2 1몰이 반응하면 H_2O 2몰이 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08
6066-0199

그림과 같이 25°C에서 금속 A와 금속 B를 1 M $HCl(aq)$에 넣었더니 A에서 $H_2(g)$가 발생하였고, 금속 A와 금속 B를 1 M $C(NO_3)_2(aq)$에 넣었더니 A와 B에서 금속 C가 석출되었다.



25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

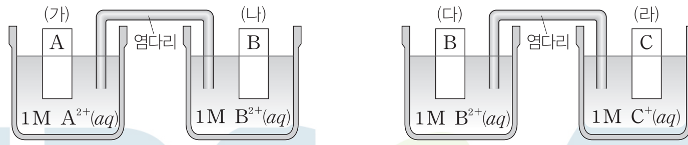
보기
ㄱ. $A(NO_3)_2(aq)$에 금속 B를 넣으면 A가 석출된다.
ㄴ. $HCl(aq)$에 금속 C를 넣으면 $H_2(g)$가 발생한다.
ㄷ. A~C 중 금속 이온이 금속이 될 때 표준 환원 전위($E°$)는 C가 가장 크다.

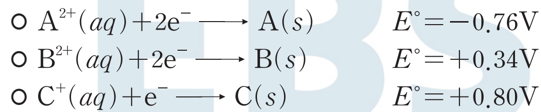
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 6066-0200

그림은 25℃에서 금속 A~C를 이용하여 화학 전지를 만드는 실험 장치를, 자료는 25℃에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.





○ $A^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow A(s)$ $E°=-0.76V$
○ $B^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow B(s)$ $E°=+0.34V$
○ $C^{+}(aq)+e^{-} \longrightarrow C(s)$ $E°=+0.80V$

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. (가)와 (나)를 도선으로 연결하면 A는 (－)극이 된다.
ㄴ. (다)와 (라)를 도선으로 연결하여 만든 화학 전지의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는 +0.46V이다.
ㄷ. (가)와 (라)를 도선으로 연결하고, (나)와 (다)를 도선으로 연결하면 (가)와 (다)에서 산화 반응이 일어난다.

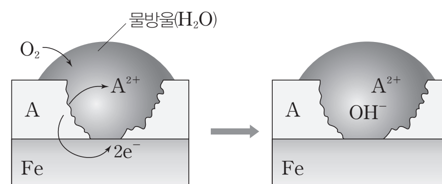
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
화학 전지에서 표준 전지 전위 $E°_{전지}$=[(　　) 반응이 일어나는 반쪽 전지의 표준 환원 전위] − [(　　) 반응이 일어나는 반쪽 전지의 표준 환원 전위]이다.

10

▶ 6066-0201

그림은 25℃에서 철(Fe)에 금속 A를 도금한 금속 표면에 흠집이 나 부식이 일어나는 과정을 간단하게 나타낸 것이고, 표는 25℃에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.



반쪽 반응	$E°$(V)
$A^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow A(s)$	−0.76
$B^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow B(s)$	−0.14
$Fe^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Fe(s)$	−0.45
$O_2(g)+2H_2O(l)+4e^{-} \longrightarrow 4OH^{-}(aq)$	+0.40

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 부식이 일어날 때 Fe은 환원된다.
ㄴ. 부식이 일어날 때 반응의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는 +1.16 V이다.
ㄷ. Fe에 금속 B를 도금한 금속에서 흠집이 나 부식이 일어나면 Fe은 산화된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
금속 이온이 금속이 될 때 표준 환원 전위가 클수록 산화되기 (쉽 / 어렵)고 반응성이 (작 / 크)다.

정답
09 환원, 산화
10 어렵, 작

11
어떤 반응의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)가 0보다 크면 반응의 자유 에너지 변화($\Delta G°$)는 0보다 (작 / 크)고 반응은 (자발적 / 비자발적)이다.

12
화학 전지에서 일어나는 산화 반응이 $A \longrightarrow A^{2+} + 2e^-$이고, 환원 반응이 $B^+ + e^- \longrightarrow B$라면 생성되는 A^{2+}과 B의 몰수 비는 (　　):(　　)이다.

정답
11 작, 자발적
12 1, 2

11

6066-0202

다음은 25°C에서 3가지 화학 반응식과 표준 전지 전위($E°_{전지}$) 또는 자유 에너지 변화($\Delta G°$)를 나타낸 것이다.

(가) $A(s) + B^{2+}(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq) + B(s)$　$E°_{전지} = a$ V $(a > 0)$
(나) $A(s) + C^{2+}(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq) + C(s)$　$E°_{전지} = b$ V $(b > 0)$
(다) $B^{2+}(aq) + C(s) \longrightarrow B(s) + C^{2+}(aq)$　$\Delta G° < 0$

25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

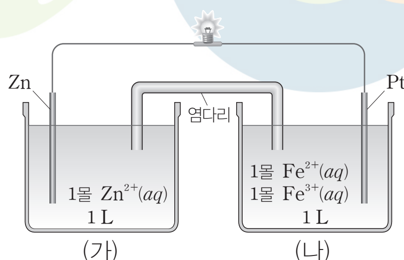
보기
ㄱ. (가)와 (나)는 자발적인 반응이다.
ㄴ. a는 b보다 크다.
ㄷ. A~C 중 금속 이온이 금속이 될 때 표준 환원 전위($E°$)는 C가 가장 크다.

① ㄴ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6066-0203

그림은 25°C에서 Zn(s)과 Pt(s)을 전극으로 사용한 화학 전지를, 표는 25°C에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.



반쪽 반응	$E°$(V)
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s)$	−0.76
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Fe(s)$	−0.45
$Fe^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Fe(s)$	−0.04
$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$Pt^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pt(s)$	+1.18

전지에서 반응이 일어날 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나) 수용액에는 Fe^{2+}과 Fe^{3+}이 있다.)

보기
ㄱ. (가) 수용액에 들어 있는 Zn^{2+}의 수는 증가한다.
ㄴ. (나) 수용액에 들어 있는 Fe^{2+}의 수와 Fe^{3+}의 수의 합은 감소한다.
ㄷ. 이온 수는 Fe^{2+}이 Zn^{2+}보다 많다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ



THEME 14

전기 분해

1 전기 분해

(1) 전기 분해 : 전기 에너지를 이용하여 산화 환원 반응을 일으켜 물질을 분해하는 과정이다. 전해질의 수용액이나 용융액에 직류 전류를 흘려 주면 양이온은 (−)극으로, 음이온은 (+)극으로 이동하여 전자를 얻거나 잃는다.

(2) 용융액의 전기 분해

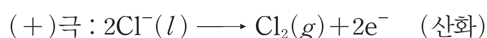
① (−)극 : 양이온이 전자를 얻어 환원된다.

② (+)극 : 음이온이 전자를 잃고 산화된다.

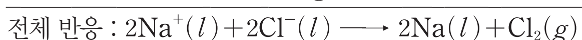
③ NaCl 용융액의 전기 분해



(−)극 : $2Na^{+}(l)+2e^{-} \longrightarrow 2Na(l)$ (환원)



(+)극 : $2Cl^{-}(l) \longrightarrow Cl_2(g)+2e^{-}$ (산화)



전체 반응 : $2Na^{+}(l)+2Cl^{-}(l) \longrightarrow 2Na(l)+Cl_2(g)$

(3) 수용액의 전기 분해

① (−)극 : 전해질의 양이온과 H_2O 중 환원되기 쉬운 것이 환원된다.

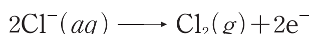
• K^{+}, Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} 등은 H_2O보다 환원되기 어려우므로 물이 환원되어 수소 기체가 발생하고, OH^{-}이 생성되므로 수용액의 pH가 증가한다. $2H_2O(l)+2e^{-} \longrightarrow H_2(g)+2OH^{-}(aq)$

• Cu^{2+}, Ag^{+} 등은 H_2O보다 환원되기 쉬우므로 금속으로 석출된다. $Cu^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$

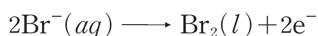
② (+)극 : 전해질의 음이온과 H_2O 중 산화되기 쉬운 것이 산화된다.

• SO_4^{2-}, NO_3^{-}, CO_3^{2-}, PO_4^{3-} 등은 H_2O보다 산화되기 어려우므로 물이 산화되어 산소 기체가 발생하고, H^{+}이 생성되므로 수용액의 pH가 감소한다. $2H_2O(l) \longrightarrow O_2(g)+4H^{+}(aq)+4e^{-}$

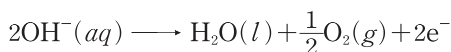
• Cl^{-}, Br^{-}, OH^{-} 등은 H_2O보다 먼저 산화된다.



$2Cl^{-}(aq) \longrightarrow Cl_2(g)+2e^{-}$



$2Br^{-}(aq) \longrightarrow Br_2(l)+2e^{-}$



$2OH^{-}(aq) \longrightarrow H_2O(l)+\frac{1}{2}O_2(g)+2e^{-}$

③ $NaCl(aq)$의 전기 분해 : Na^{+}은 H_2O보다 환원되기 어렵고, Cl^{-}은 H_2O보다 산화되기 쉽다.



(−)극 : $2H_2O(l)+2e^{-} \longrightarrow H_2(g)+2OH^{-}(aq)$ (환원)



(+)극 : $2Cl^{-}(aq) \longrightarrow Cl_2(g)+2e^{-}$ (산화)

전체 반응 :



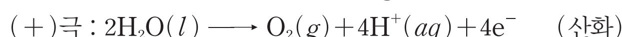
$2H_2O(l)+2Cl^{-}(aq) \longrightarrow H_2(g)+2OH^{-}(aq)+Cl_2(g)$

(4) 물의 전기 분해

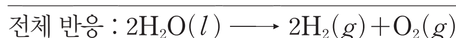
① 물의 전기 분해 : 순수한 물은 거의 이온화되지 않아 전류가 흐르지 않으므로 전기 분해에 영향을 주지 않는 소량의 전해질을 넣어 전기 분해한다.



(−)극 : $4H_2O(l)+4e^{-} \longrightarrow 2H_2(g)+4OH^{-}(aq)$ (환원)

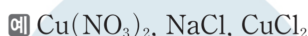


(+)극 : $2H_2O(l) \longrightarrow O_2(g)+4H^{+}(aq)+4e^{-}$ (산화)



전체 반응 : $2H_2O(l) \longrightarrow 2H_2(g)+O_2(g)$

② 주의할 점 : H_2O보다 환원되기 쉬운 양이온이나 H_2O보다 산화되기 쉬운 음이온을 포함한 전해질은 물의 전기 분해를 방해하므로 사용하면 안 된다.



예 $Cu(NO_3)_2$, NaCl, $CuCl_2$

2 전기 분해에서의 양적 관계

(1) 패러데이 법칙 : 전기 분해할 때 생성 또는 소모되는 물질의 양은 흘려 준 전하량(Q)에 비례한다.

(2) 양적 관계

① 전하량(Q)=전류의 세기(I)×시간(t)

② 일정한 전하량에 의해 생성되거나 소모되는 물질의 질량은 각 물질의 $\frac{\text{화학식량}}{\text{이온의 전하수}}$에 비례한다.

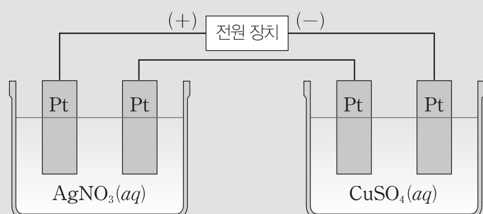
③ 1 F(패러데이)는 전자 1몰의 전하량이다.

④ 1 F=전자 1개의 전하량×아보가드로수

$= 1.6\times10^{-19}\times6.02\times10^{23} ≒ 96500$ C

자료 분석 특강 | 전기 분해의 양적 관계

$AgNO_3(aq)$과 $CuSO_4(aq)$의 전기 분해



전류 (A)	시간 (초)	전하량 (C)	석출된 Ag		석출된 Cu	
			몰수(몰)	질량(g)	몰수(몰)	질량(g)
10	965	9650	0.1	10.8	0.05	3.2
100	965	96500	1	108	0.5	32

(원자량 : Ag=108, Cu=64)

❶ 전하량은 전류의 세기에 시간을 곱한 값과 같다($Q=I\times t$).

❷ (−)극에서의 반응은 $Ag^{+}(aq)+e^{-} \longrightarrow Ag(s)$, $Cu^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$이다.

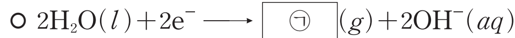
❸ 1몰의 Ag^{+}이 Ag으로 환원되는 데 필요한 전자는 1몰이고, 전자 1몰의 전하량이 96500 C이므로 9650 C의 전하량을 흘려 주었을 때 석출된 Ag은 0.1몰이다.

❹ Ag^{+}의 전하는 +1, Cu^{2+}의 전하는 +2이므로 같은 전하량을 흘려 주었을 때 석출되는 Ag의 몰수는 Cu의 2배이다.

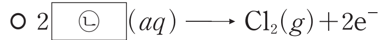
테마 대표 문제

THEME 14

다음은 NaCl 수용액을 전기 분해할 때 두 전극에서 일어나는 반응의 화학 반응식이다. | 2015 대수능 |



○ $2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow$ [㉠] $(g)+2OH^-(aq)$



○ 2 [㉡] $(aq) \longrightarrow Cl_2(g)+2e^-$

$NaCl(aq)$을 전기 분해하였을 때, t초에서 OH^-의 양은 0.01몰이었다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 패러데이 상수는 96500 C/몰이다.) [3점]

보기

ㄱ. ㉠은 H_2이다.
ㄴ. ㉡은 환원된다.
ㄷ. $0\sim t$초 동안 흘려 준 전하량은 $\frac{965}{2}$ C이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 전기 분해할 때 화학 반응식에서 이동하는 전자의 몰수로부터 생성되거나 소모되는 물질의 양을 알 수 있다. 전자 1몰의 전하량은 96500 C이다.

간략 풀이 | ㄱ. 반응 전과 반응 후 원자의 종류와 개수가 같으므로 ㉠은 H_2이고, ㉡은 Cl^-이다.

ㄴ. $2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g)+2e^-$ 반응에서 $2Cl^-$은 전자를 잃고 Cl_2가 되므로 Cl^-은 산화된다.

ㄷ. 전자(e^-) 1몰이 반응에 참여하면 OH^- 1몰이 생성된다. t초에서 생성된 OH^-의 양은 0.01몰이고, 전자 1몰의 전하량은 96500 C이므로 $0\sim t$초 동안 흘려 준 전하량은 $96500\times0.01=965$(C)이다.

정답 | ①

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

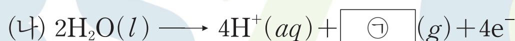
정답과 해설 50쪽

다음은 $AgNO_3(aq)$을 전기 분해할 때 두 전극에서 일어나는 반응의 화학 반응식이다.

▶ 6066-0204



(가) $Ag^+(aq)+e^- \longrightarrow Ag(s)$



(나) $2H_2O(l) \longrightarrow 4H^+(aq)+$ [㉠] $(g)+4e^-$

$AgNO_3(aq)$을 전기 분해하였을 때, t초에서 석출된 Ag의 양은 0.02몰이었다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 O_2이다.
ㄴ. (가)는 (+)극에서 일어난다.
ㄷ. $0\sim t$초 동안 생성된 H^+은 0.08몰이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 전기 분해할 때 생성된 물질의 양으로부터 전하량을 구하는 것은 유사하지만, 각 전극에서 일어나는 화학 반응식이 다르다.

배경 지식 |

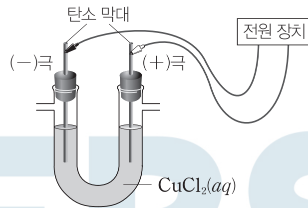
• 전기 분해 : (+)극에서는 산화 반응이 일어나고, (−)극에서는 환원 반응이 일어난다.

• 전기 분해 시 석출되는 물질의 질량 : 각 물질의 $\frac{\text{화학식량}}{\text{이온의 전하수}}$에 비례한다.

01

6066-0205

그림은 U자관에서 $CuCl_2(aq)$을 전기 분해하는 장치를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

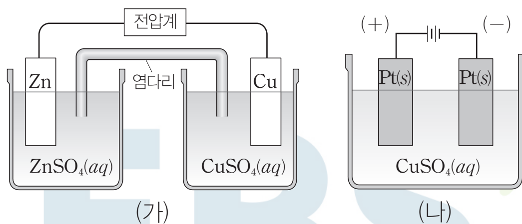
ㄱ. (−)극에서 기체가 발생한다.
ㄴ. $CuCl_2(aq)$의 전체 이온 수는 감소한다.
ㄷ. (−)극과 (+)극에서 생성된 물질의 몰수 비는 2:1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0206

그림 (가)는 $Zn(s)$과 $Cu(s)$를 전극으로 사용한 화학 전지를, (나)는 $CuSO_4(aq)$을 전기 분해하는 장치를 나타낸 것이다. 금속의 반응성은 Zn이 Cu보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

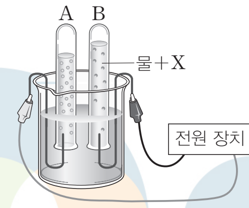
ㄱ. (가)에서 $Zn(s)$은 (+)극이다.
ㄴ. (나)의 (−)극에서 환원 반응이 일어난다.
ㄷ. (가)와 (나)의 $CuSO_4(aq)$에서 Cu^{2+}의 수는 모두 감소한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0207

다음은 소량의 $X(s)$를 녹인 물을 전기 분해하는 장치와 두 전극에서 일어나는 반응의 화학 반응식이다.



(가) $2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$
(나) $2H_2O(l) \longrightarrow 4H^+(aq)+O_2(g)+4e^-$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

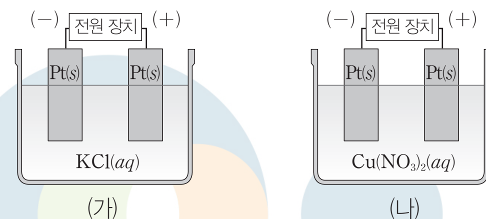
ㄱ. X로 Na_2SO_4을 사용할 수 있다.
ㄴ. A에서 일어나는 반응은 (가)이다.
ㄷ. (+)극 주위의 수용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색으로 변한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0208

그림 (가)와 (나)는 $KCl(aq)$과 $Cu(NO_3)_2(aq)$을 전기 분해하는 장치를 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에 일정한 전하량을 흘려 주었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 증발은 무시한다.)

보기

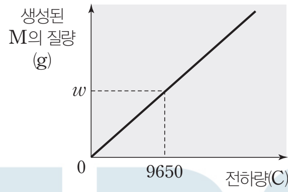
ㄱ. (가)와 (나)의 (+)극에서 기체가 발생한다.
ㄴ. (가)와 (나)의 수용액에서 물의 질량은 감소한다.
ㄷ. 수용액의 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6066-0209

그림은 MCl_3 용융액을 전기 분해할 때, 흘려 준 전하량에 따른 생성된 금속 M의 질량을 나타낸 것이다.



M의 원자량과 9650 C의 전하량을 흘려 주었을 때 (+)극에서 생성된 물질의 몰수는? (단, M은 임의의 원소 기호이고, 1 F는 96500 C이다.)

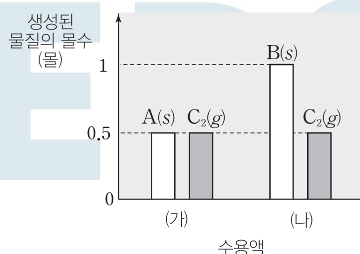
	M의 원자량	(+)극에서 생성된 물질의 몰수
①	$10w$	0.15몰
②	$20w$	0.05몰
③	$20w$	0.15몰
④	$30w$	0.05몰
⑤	$30w$	0.15몰

06

▶ 6066-0210

다음은 이온 결합 물질 (가)와 (나)의 수용액에 대한 자료이다.

- (가)의 구성 원소는 A와 C이고, (나)의 구성 원소는 B와 C이다.
- A와 B는 금속 원소이고, C는 비금속 원소이다.
- (가)와 (나)의 수용액을 각각 1 F의 전하량으로 전기 분해했을 때 각 극에서 생성된 물질의 몰수는 다음과 같다.



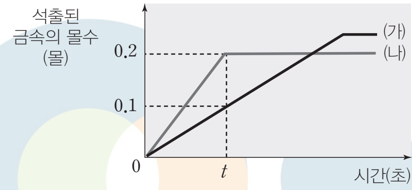
(가)와 (나)의 화학식은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

	(가)	(나)		(가)	(나)
①	AC	BC	②	AC	B_2C
③	AC_2	BC	④	AC_2	B_2C
⑤	A_2C	BC_2			

07

▶ 6066-0211

그림은 같은 부피의 $ANO_3(aq)$과 $BSO_4(aq)$에 1 A의 전류를 각각 흘려 주면서 전기 분해했을 때 시간에 따른 석출된 금속의 몰수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 $ANO_3(aq)$과 $BSO_4(aq)$ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 1 F는 96500 C이며, 온도는 일정하다.)

보기

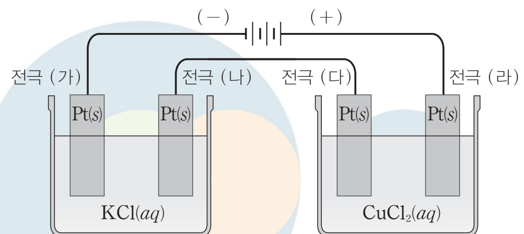
ㄱ. (가)는 $BSO_4(aq)$이다.
ㄴ. t=9650이다.
ㄷ. 반응 전 몰 농도는 $ANO_3(aq)$이 $BSO_4(aq)$보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 6066-0212

그림은 KCl(aq)과 $CuCl_2(aq)$을 전기 분해하는 장치를 나타낸 것이다.



전극 (가)~(라) 중 환원 반응이 일어나는 전극(㉠)과 (나)와 (라)에서 발생하는 기체의 몰수 비 (나) : (라)(㉡)는?

	㉠	㉡
①	(가), (다)	1:1
②	(가), (다)	1:2
③	(가), (나)	1:1
④	(가), (나)	1:2
⑤	(나), (라)	1:2

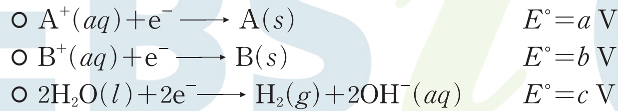
정답과 해설 52쪽

09

▶ 6066-0213

표는 25℃에서 $A_2SO_4(aq)$과 $BNO_3(aq)$을 일정한 전하량으로 각각 전기 분해했을 때 (−)극과 (+)극에서 생성된 물질을, 자료는 25℃에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)이다.

수용액	(−)극	(+)극
$A_2SO_4(aq)$	기체 ㉠	기체 ㉡
$BNO_3(aq)$	금속 ㉢	기체 ㉣


○ $A^+(aq)+e^- \longrightarrow A(s)$ $E°=a$ V
○ $B^+(aq)+e^- \longrightarrow B(s)$ $E°=b$ V
○ $2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$ $E°=c$ V

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. ㉡과 ㉣은 같다.
ㄴ. 생성된 기체의 몰수 비는 ㉠ : ㉣=2 : 1이다.
ㄷ. $b>c>a$이다.

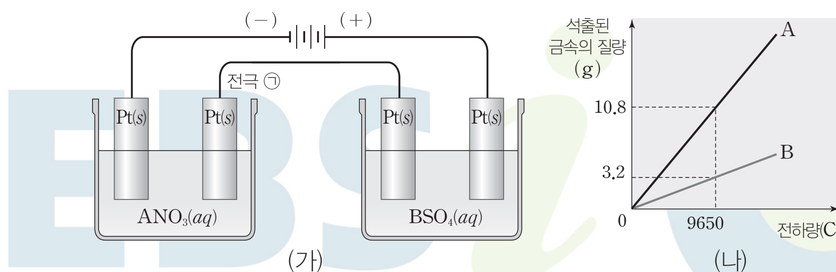
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
NaCl(aq), KCl(aq)을 전기 분해하면 (−)극에서 금속이 석출되지 않고 ( ) 기체가 발생한다.

10

▶ 6066-0214

그림 (가)는 $ANO_3(aq)$과 $BSO_4(aq)$을 전기 분해하는 장치를, (나)는 석출된 금속 A와 B의 질량을 흘려 준 전하량에 따라 나타낸 것이다.



(가) (나)

(가)에 9650 C의 전하량을 흘려 주었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 1 F는 96500 C이다.)

보기

ㄱ. 원자량은 A가 B보다 크다.
ㄴ. 전극 ㉠에서 발생한 기체의 몰수는 0.05몰이다.
ㄷ. $ANO_3(aq)$과 $BSO_4(aq)$의 pH는 모두 7보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
전자 0.1몰에 해당하는 전하량은 ( ) F이고, ( ) C이다.

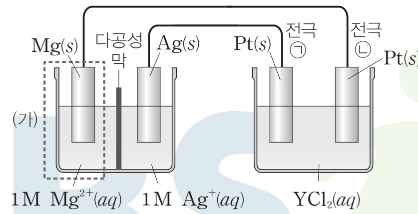
정답
09 수소(H_2)
10 0.1, 9650

11
화학 전지는 (−)극에서 (　　) 반응이 일어나고, (+)극에서 (　　) 반응이 일어난다. 전기 분해할 때 (−)극에서 (　　) 반응이 일어나고 (+)극에서 (　　) 반응이 일어난다.

11

6066-0215

그림은 25°C에서 전기 분해 장치를, 표는 25°C에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.



반쪽 반응	$E°$(V)
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mg(s)$	−2.37
$2H_2O(l) + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	−0.83
$X^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow X(s)$	−0.14
$Y^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Y(s)$	+0.34
$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	+0.80
$Cl_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-(aq)$	+1.36

25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 전극 ㉡에서 환원 반응이 일어난다.
ㄴ. 전극 ㉠에서 기체가 발생한다.
ㄷ. (가)에서 $Mg(s)$, 1 M $Mg^{2+}(aq)$ 대신 $X(s)$, 1 M $X^{2+}(aq)$을 사용해도 $YCl_2(aq)$이 분해된다.

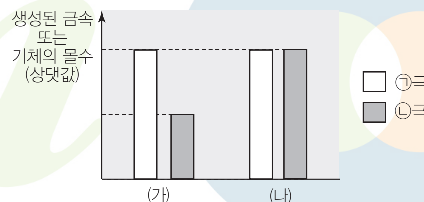
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
NaCl 용융액에는 $Na^+(l)$과 (　　)이 있고, NaCl 수용액에는 $Na^+(aq)$, $Cl^-(aq)$, (　　)이 있다.

12

6066-0216

그림은 $NaCl(l)$과 $NaCl(aq)$을 각각 전기 분해했을 때 (−)극과 (+)극에서 생성되는 금속 또는 기체의 몰수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 $NaCl(l)$과 $NaCl(aq)$ 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 (−)와 (+) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 $NaCl(l)$이다.
ㄴ. ㉠은 '(+)'이다.
ㄷ. 전기 분해할 때 흘려 준 전하량은 (가)와 (나)가 같다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
11 산화, 환원, 환원, 산화
12 $Cl^-(l)$, $H_2O(l)$

13

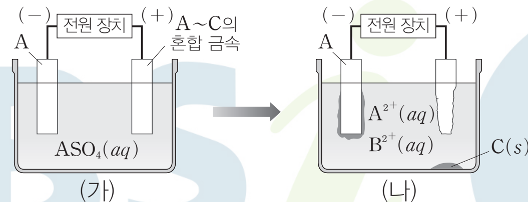
▶ 6066-0217

다음은 25℃에서 금속 A～C의 혼합 금속으로부터 금속 A를 얻는 실험과 자료이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 금속 A와 금속 A~C의 혼합 금속을 $ASO_4(aq)$에 넣고 전원 장치를 연결한다.

(나) 전원 장치에 전류를 흐르게 하였더니 (−)극에서 A가 석출되었다.



[자료]

○ (나)에서 수용액에 들어 있는 양이온은 A^{2+}, B^{2+}이었고, C는 금속 상태로 바닥에 가라앉았다.

○ 25℃에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)는 다음과 같다.

반쪽 반응	$E°$(V)
$A^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow A(s)$	$E_1°$
$B^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow B(s)$	$E_2°$
$C^+(aq) + e^- \longrightarrow C(s)$	$E_3°$

$E_1°$～$E_3°$를 옳게 비교한 것은? (단, A～C는 임의의 원소 기호이고, 온도는 일정하다.)

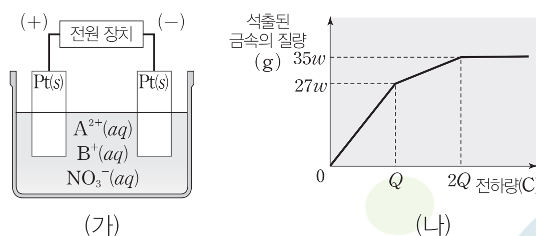
① $E_1° > E_2° > E_3°$　② $E_1° > E_3° > E_2°$　③ $E_2° > E_1° > E_3°$

④ $E_3° > E_1° > E_2°$　⑤ $E_3° > E_2° > E_1°$

14

▶ 6066-0218

그림 (가)는 25℃에서 $A(NO_3)_2(aq)$, $BNO_3(aq)$의 혼합 수용액을 전기 분해하는 장치를, (나)는 흘려 준 전하량에 따른 (−)극에서 석출된 금속의 질량을, 표는 25℃에서 이와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다.



반쪽 반응	$E°$(V)
$2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$	−0.83
$A^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow A(s)$	+0.34
$B^+(aq)+e^- \longrightarrow B(s)$	+0.80

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 전기 분해 장치에 흘려 준 전하량이 0~Q C일 때 석출된 금속은 A이다.

ㄴ. 전기 분해를 하기 전 혼합 수용액에 들어있는 이온의 몰수 비는 A^{2+} : B^+=1 : 2이다.

ㄷ. 원자량 비는 A:B=16:27이다.

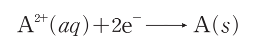
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

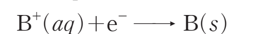
13

금속 이온이 금속이 될 때 표준 환원 전위($E°$)가 클수록 환원되기 (쉽 / 어렵)고 금속의 반응성이 (작 / 크)다.

14

다음은 2가지 환원 반응이다.


$A^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow A(s)$


$B^+(aq)+e^- \longrightarrow B(s)$

위 반응에서 전자 1몰이 이동할 때 생성되는 $A(s)$의 몰수는 (　　)몰이고, $B(s)$의 몰수는 (　　)몰이다.

정답

13 쉽, 작

14 0.5, 1

THEME 15

반응 속도의 정의와 반응 속도식

1 반응 속도

(1) 반응 속도

화학 반응이 빠르게 또는 느리게 일어나는 정도로, 화학 반응이 일어날 때 단위 시간 동안 감소한 반응물의 농도나 증가한 생성물의 농도로 나타낸다.

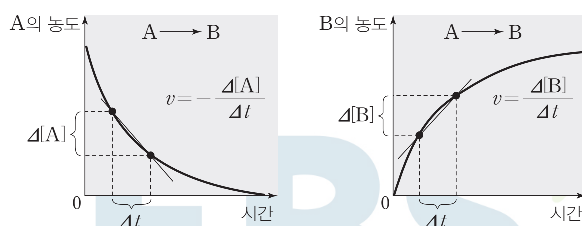
$$\text{반응 속도}=\frac{\text{반응물의 농도 변화량}}{\text{반응 시간}} \text{ 또는 } \frac{\text{생성물의 농도 변화량}}{\text{반응 시간}}$$

예 $H_2(g)+Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$의 반응 속도($v$) 표현

$$v=-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}=-\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}=\frac{1}{2}\frac{\Delta[HCl]}{\Delta t}$$

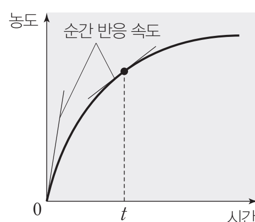
(2) 평균 반응 속도

반응물이나 생성물의 농도 변화를 반응이 일어난 시간으로 나누어 나타내는 반응 속도이며, 시간-농도 그래프에서 두 지점을 지나는 직선의 기울기(절댓값)이다.



(3) 순간 반응 속도

반응이 일어난 시간 간격을 거의 0이 될 정도로 작게 했을 때 특정 시간에서의 반응 속도를 나타내며, 시간-농도 그래프에서 특정 시간(t)에서의 접선의 기울기(절댓값)이다.



(4) 초기 반응 속도

시간-농도 그래프에서 시간 $t=0$일 때 접선의 기울기(절댓값)이다.

2 반응 속도식

(1) 반응 속도식 : 반응 속도는 반응물의 농도에 의해 달라지며, 실험을 통해 구한다.

예 A와 B가 반응하여 C와 D가 생성되는 반응일 때

- 화학 반응식 : $aA(g)+bB(g) \longrightarrow cC(g)+dD(g)$
- 반응 속도식 : $v=k[A]^m[B]^n$ (k : 반응 속도 상수)

(2) 반응 차수 : 반응 속도식에서 m, n을 반응 차수라고 하며, m, n은 화학 반응식의 계수와 상관없이 실험을 통해 구한다.

예 $v=k[A]^m[B]^n$의 반응 속도식에서

- A에 대한 반응 차수 : m
- B에 대한 반응 차수 : n

➡ 전체 반응 차수 : $m+n$

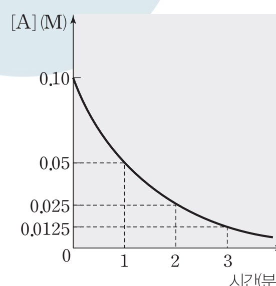
(3) 반응 속도 상수(k) : 반응에 따라 다르며 온도에 따라 달라진다. k의 단위는 반응 차수에 따라 다르다.

예 $v=k[A]^2[B]$의 반응 속도식에서 반응 속도 상수(k)의 단위는 다음과 같다.

$$k=\frac{v}{[A]^2[B]}=\frac{\text{몰/L·초}}{(\text{몰/L})^2\times(\text{몰/L})}=\text{L}^2/\text{몰}^2\text{·초}$$

(4) 반감기($t_{\frac{1}{2}}$) : 반응물의 농도가 초기 농도의 반으로 줄어들 때까지 걸리는 시간으로, 1차 반응의 반감기는 일정하다.

예 화학 반응식 : A ⟶ B

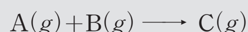


- A의 농도가 반으로 되는 시간이 1분이다.
- 반감기는 A의 농도에 관계없이 일정하다.
- 이 반응은 A에 대하여 1차 반응이다.
- 반응 속도식은 $v=k[A]$이다.

자료 분석 특강 | 반응 속도식 구하기

반응 속도식은 반응물의 농도 변화에 따른 반응 속도를 측정한 결과를 바탕으로 구한다.

$A(g)+B(g) \longrightarrow C(g)$



실험	초기 농도(몰/L)		C의 초기 생성 속도 (몰/L · 초)
	[A]	[B]	
Ⅰ	1.0	1.0	0.2
Ⅱ	2.0	1.0	0.4
Ⅲ	1.0	2.0	0.8

❶ [B]가 일정한 실험 Ⅰ과 Ⅱ에서 A의 농도가 2배일 때 반응 속도는 2배이다.
➡ 반응 속도는 A의 농도에 비례한다.

❷ [A]가 일정한 실험 Ⅰ과 Ⅲ에서 B의 농도가 2배일 때 반응 속도는 4배이다.
➡ 반응 속도는 B의 농도의 제곱에 비례한다.

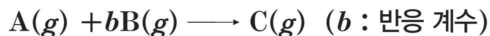
❸ 반응 속도식 : $v=k[A][B]^2$

❹ 반응 속도 상수 : $k=\frac{v}{[A][B]^2}=\frac{0.2\text{ 몰/L·초}}{1.0\text{ 몰/L}\times(1.0\text{ 몰/L})^2}=0.2\text{ L}^2/\text{몰}^2\text{·초}$

테마 대표 문제

THEME 15

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식과 반응 속도식이다. | 2016 대수능 |



$$A(g) + bB(g) \longrightarrow C(g) \quad (b : \text{반응 계수})$$

$$v = k[A] \quad (k : \text{반응 속도 상수})$$

표는 강철 용기에 $A(g)$와 $B(g)$를 넣어 반응시킬 때, 시간에 따른 용기 속 전체 압력(P)을 나타낸 것이다. 실험 Ⅰ에서 반응이 완결되었을 때 용기에는 $C(g)$만 존재한다.

실험	초기 A와 B의 질량의 합(g)	P(기압)			
		0	t초	…	∞
Ⅰ	10	12	8		4
Ⅱ	13	18	14		10
Ⅲ	x	16	10		y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 역반응은 일어나지 않는다.) [3점]

보기

ㄱ. Ⅰ에서 초기 A의 부분 압력은 6기압이다.
ㄴ. 초기 B의 질량은 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 크다.
ㄷ. $x=14$이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 실험 Ⅰ로부터 반응 계수 b를 구한 후 실험 Ⅱ에서 반응 후 남아 있는 A와 C의 압력으로부터 초기 B의 질량을 구한다.

간략 풀이 | ㄱ. 실험 Ⅰ에서 반응이 완결되었을 때 C의 압력이 4기압이므로 화학 반응식으로부터 반응한 A의 압력은 4기압임을 알 수 있다. 따라서 초기 A의 압력은 4기압, B의 압력은 8기압이다.

ㄴ. A와 C의 반응 계수가 같으므로 반응이 일어나면 감소한 압력은 반응한 B의 압력과 같다. 실험 Ⅱ에서 반응이 완결되었을 때 감소한 압력이 8기압이므로 반응한 A, B의 압력은 각각 4기압, 8기압이며, 반응 후 남아 있는 물질의 압력은 B 6기압, C 4기압이다. 따라서 초기 B의 질량은 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 크다.

ㄷ. 실험 Ⅱ로부터 B 6기압의 질량이 3 g임을 알 수 있으며, 실험 Ⅰ과 Ⅲ에서 초기 t초 동안에 줄어든 압력이 각각 4기압, 6기압이므로 초기 반응 속도 비는 실험 Ⅰ : Ⅲ = 1 : 1.5이다. 실험 Ⅲ에서 초기 A와 B의 부분 압력은 각각 6기압, 10기압이므로 Ⅲ에서 A의 질량은 9 g, B의 질량은 5 g이다. 따라서 x는 14이다. **정답 |** ⑤

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

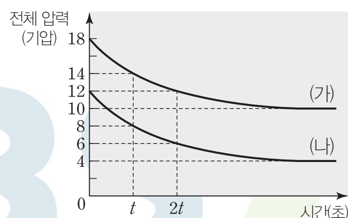
정답과 해설 54쪽

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다. ▶ 6066-0219



$$A(g) + bB(g) \longrightarrow C(g) \quad (b : \text{반응 계수})$$

그림은 부피가 같은 2개의 강철 용기에 $A(g)$와 $B(g)$의 압력을 달리하여 넣고 각각 반응시킬 때, 시간에 따른 용기의 전체 압력을 나타낸 것이다. (가)에서 $A(g)$는 모두 반응하고, (나)에서 반응이 완결되었을 때 용기에는 $C(g)$만 존재한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 25°C로 일정하다.)

보기

ㄱ. A의 반감기는 t초이다.
ㄴ. 반응 초기 용기 속에 있는 B의 몰 분율 비는 (가) : (나) = 7 : 6이다.
ㄷ. 반응이 완결된 후 용기 속에 있는 C의 압력은 (가)와 (나)에서 서로 같다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 제시된 자료 중 반응이 완결되었을 때 생성물만 남아 있는 실험의 자료로부터 화학 반응식의 계수와 반응물과 생성물의 압력을 구하여 문제를 해결해야 하는 점은 유사하지만, 닮은 꼴 문제에서는 A의 반감기와 실험 (가)와 (나)에서의 반응 초기 용기 속에 들어 있는 B의 몰 분율을 구해야 하는 점은 다르다.

배경 지식 |

- 기체의 압력과 몰수의 관계 : 온도와 부피가 일정할 때 기체의 몰수가 클수록 단위 면적에 충돌하는 기체 분자 수가 많아지므로 기체의 압력은 크다.
- 화학 반응식과 양적 관계 : 화학 반응식의 계수 비는 반응하거나 생성되는 물질의 몰수 비와 같다.

01

6066-0220

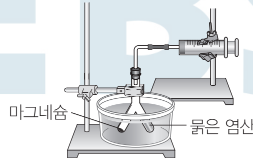
다음은 수소(H_2) 기체의 생성 속도를 측정하는 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같은 장치의 Y자 시험관에 한쪽에는 마그네슘(Mg)을, 다른 한쪽에는 묽은 염산(HCl)을 넣는다.

(나) Y자 시험관을 기울여 $HCl(aq)$과 $Mg(s)$을 반응시킨다.

(다) 발생하는 $H_2(g)$를 주사기에 모으면서 시간에 따른 $H_2(g)$의 부피를 측정한다.



[실험 결과]

시간(분)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$H_2(g)$의 부피(mL)	0	40	60	70	75	78	79	80	80

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 주사기 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. 0~1분 사이의 평균 반응 속도는 40 mL/분이다.

ㄴ. 7분 이후에는 수소 기체가 생성되지 않는다.

ㄷ. 반응이 진행될수록 단위 시간 동안 발생하는 기체의 부피는 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0221

표는 반응 $aA(g) \longrightarrow bB(g)$($a$, b는 반응 계수)에 대하여 강철 용기에서 A가 반응할 때, 시간에 따른 A와 B의 몰 농도를 나타낸 자료이다.

시간(초)		0	30	60
몰 농도(M)	[A]	0.8	0.4	0.2
	[B]	0	0.2	0.3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. 이 반응은 A에 대한 1차 반응이다.

ㄴ. 일정한 시간 동안 농도 변화량은 A가 B의 2배이다.

ㄷ. 90초일 때 몰 농도는 B가 A의 4배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

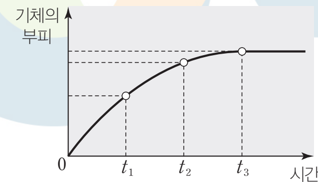
6066-0222

다음은 묽은 염산($HCl(aq)$)과 탄산 칼슘($CaCO_3$)의 반응에 대한 화학 반응식이다.



$$2HCl(aq) + CaCO_3(s) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + X(g)$$

그림은 일정한 온도에서 $HCl(aq)$ 50 mL에 충분한 양의 $CaCO_3$을 넣었을 때, 발생하는 기체 X의 부피를 일정한 시간 간격으로 측정하여 얻은 자료이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. X는 CO_2이다.

ㄴ. 평균 반응 속도는 0~t_1일 때가 t_1~t_2일 때보다 크다.

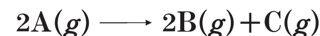
ㄷ. 단위 시간 동안 발생한 기체의 부피는 t_2~t_3일 때가 0~t_1일 때보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

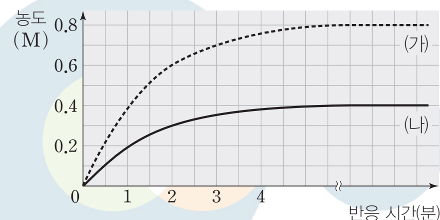
6066-0223

다음은 A가 분해되는 반응의 화학 반응식이다.



$$2A(g) \longrightarrow 2B(g) + C(g)$$

그림은 일정한 온도에서 강철 용기에 A를 넣고 반응시킬 때, 반응 시간에 따른 생성물의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. C의 농도를 나타낸 것은 (나)이다.

ㄴ. A의 농도는 2분일 때가 3분일 때의 2배이다.

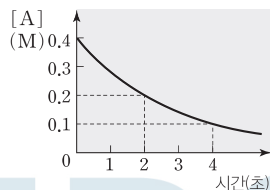
ㄷ. 1분일 때의 몰 농도는 A와 B가 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0224

그림은 일정한 온도에서 $A(g) \longrightarrow B(g)$ 반응에 대하여 시간에 따른 A의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

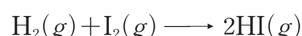
ㄱ. A의 반응 차수는 1이다.
ㄴ. 시간이 지날수록 반감기는 감소한다.
ㄷ. 8초일 때 B의 농도는 0.375 M이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

6066-0225

다음은 수소(H_2)와 아이오딘(I_2)이 반응하여 아이오딘화 수소(HI)가 생성되는 화학 반응식이다.



$$H_2(g)+I_2(g) \longrightarrow 2HI(g)$$

표는 일정한 온도에서 $H_2(g)$와 $I_2(g)$의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.

실험	초기 농도(M)		HI의 초기 생성 속도 (M/초)
	$[H_2]$	$[I_2]$	
Ⅰ	0.1	0.1	4.40×10^{-6}
Ⅱ	0.1	0.2	8.80×10^{-6}
Ⅲ	0.2	0.2	1.76×10^{-5}
Ⅳ	0.2	x	8.80×10^{-6}

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $x=0.1$이다.
ㄴ. 전체 반응 차수는 2이다.
ㄷ. 반응 속도 상수는 실험 Ⅱ에서가 실험 Ⅰ에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

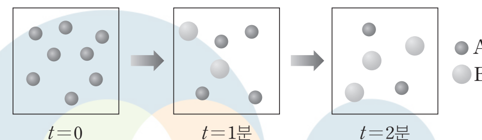
6066-0226

다음은 A의 분해 반응에 대한 화학 반응식이다.



$$aA(g) \longrightarrow B(g)+C(g) \quad (a\text{는 반응 계수})$$

그림은 일정한 온도에서 강철 용기에 A를 넣고 반응시킬 때 시간에 따른 용기 내 A와 B 입자 수만을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, k는 반응 속도 상수이다.)

보기

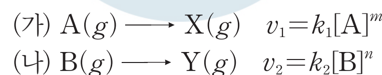
ㄱ. 이 반응의 반응 속도식은 $v=k[A]^a$이다.
ㄴ. 단위 시간당 농도 변화량은 B와 C가 같다.
ㄷ. 시간이 지날수록 반응 속도 상수는 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

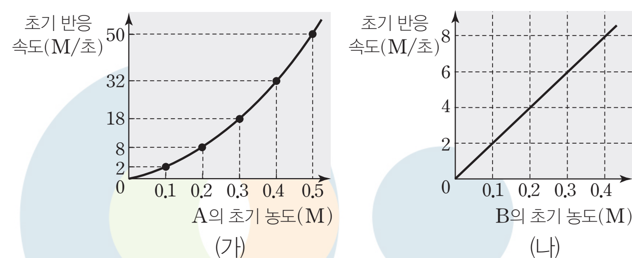
6066-0227

다음은 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k_1, k_2는 반응 속도 상수이고, m, n은 반응 차수이다.



(가) $A(g) \longrightarrow X(g) \quad v_1=k_1[A]^m$
(나) $B(g) \longrightarrow Y(g) \quad v_2=k_2[B]^n$

그림은 (가)와 (나)에서 반응물의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 일정하다.)

보기

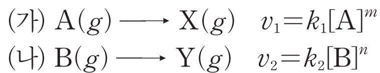
ㄱ. $m=2n$이다.
ㄴ. 반응 속도 상수의 크기 비는 $k_1 : k_2=4 : 1$이다.
ㄷ. (가)와 (나)의 반감기는 일정하다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 6066-0228

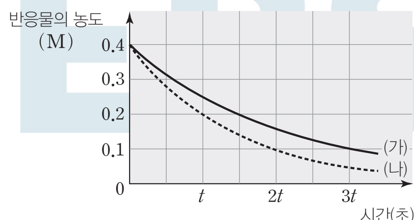
다음은 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k_1, k_2는 반응 속도 상수이고, m, n은 반응 차수이다.



(가) $A(g) \longrightarrow X(g)$　$v_1 = k_1[A]^m$

(나) $B(g) \longrightarrow Y(g)$　$v_2 = k_2[B]^n$

그림은 (가)와 (나)에서 시간에 따른 반응물의 농도를 나타낸 것이다. (가)와 (나)의 온도는 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. k_1과 k_2의 단위는 같다.

ㄴ. (나)의 반응 속도는 B의 초기 농도와 상관없이 일정하다.

ㄷ. 반응물의 농도가 반응 초기 농도의 $\frac{1}{2}$배가 되는 데 걸리는 시간은 (가)>(나)이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶ 6066-0229

표는 강철 용기에서 $A(g) \longrightarrow 2B(g)$ 반응이 일어날 때, 반응 시간에 따른 $\frac{1}{[A]}$을 나타낸 자료이다.

시간(초)	10	20	30	40
$\frac{1}{[A]}$(1/M)	0.25	0.5	1	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, $[A]_0$는 A의 초기 농도이다.)

보기

ㄱ. A의 반감기는 10초이다.

ㄴ. [A]는 50초일 때가 60초일 때의 4배이다.

ㄷ. 초기 반응 속도는 $[A]_0$가 1.0 M일 때가 0.5 M일 때의 4배이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 6066-0230

표는 일정한 온도에서 2개의 강철 용기에 A와 X를 각각 넣고 반응시킬 때, 반응 (가)와 (나)에 대한 자료이다. t는 반응 시간이고, k_1과 k_2는 반응 속도 상수이다.

반응	화학 반응식	반응물의 농도(몰/L)		반응 속도식
		t=0초	t=10초	
(가)	$A(g) \longrightarrow B(g)$	1.0	0.5	$v_1 = k_1[A]$
(나)	$X(g) \longrightarrow Y(g)$	2.0	0.5	$v_2 = k_2[X]$

반응 (가)와 (나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $k_2 > k_1$이다.

ㄴ. 반감기는 (가)가 (나)의 2배이다.

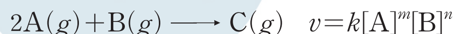
ㄷ. t가 20초일 때, [A]=5[X]이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 6066-0231

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식과 반응 속도식을 나타낸 것이다. k는 반응 속도 상수이고, m과 n은 반응 차수이다.



$2A(g) + B(g) \longrightarrow C(g)$　$v = k[A]^m[B]^n$

표는 부피가 1 L인 강철 용기에서 A와 B를 넣고 반응시켰을 때, 반응 전 기체의 몰수와 반응 시간이 t초일 때 기체의 전체 몰수를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 몰수(몰)		t초일 때 기체의 전체 몰수(몰)
	A	B	
Ⅰ	0.2	0.2	0.3
Ⅱ	0.2	0.4	0.5
Ⅲ	0.4	0.2	0.4
Ⅳ	0.4	0.4	x

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실험 Ⅰ~Ⅳ의 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. 전체 반응 차수는 3이다.

ㄴ. x=0.6이다.

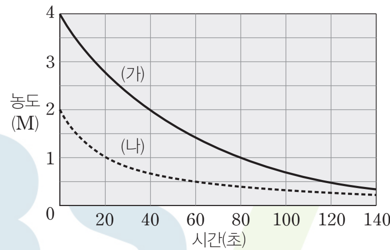
ㄷ. 실험 Ⅰ에서 $2t$초일 때 기체의 전체 몰수는 0.25몰이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6066-0232

그림은 기체 A의 분해 반응 (가)와 기체 B의 분해 반응 (나)에서 시간에 따른 A(g)와 B(g)의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 t℃로 일정하고, k는 반응 속도 상수이다.)

보기

ㄱ. (가)에서 반응 속도식은 $v=k[\mathrm{A}]$이다.
ㄴ. 0~20초에서의 평균 반응 속도는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. 200초일 때 A의 농도는 0.125 M이다.

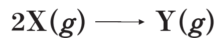
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
반응물의 초기 농도가 $[\mathrm{A}]_0$일 때 반감기가 n번 지난 후 A의 농도는 $[\mathrm{A}]_0 \times (\quad)^n$이다.

14

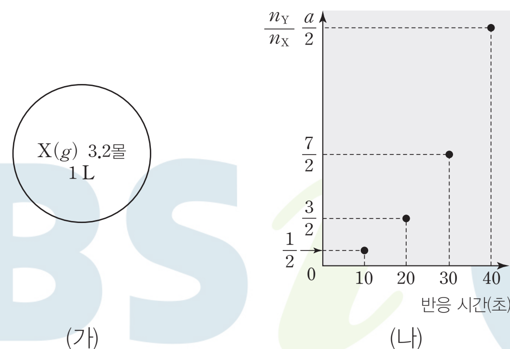
6066-0233

다음은 X가 반응하여 Y가 생성되는 화학 반응식이다.



$$2\mathrm{X}(g) \longrightarrow \mathrm{Y}(g)$$

그림 (가)는 부피가 1 L인 강철 용기에 X 3.2몰을 넣은 것을, (나)는 (가)에서 X를 반응시켰을 때 반응 시간에 따른 $\dfrac{\mathrm{Y의\ 몰수}(n_\mathrm{Y})}{\mathrm{X의\ 몰수}(n_\mathrm{X})}$를 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. a=15이다.
ㄴ. 20초일 때 용기 속 Y의 몰 분율은 $\frac{2}{3}$이다.
ㄷ. 0~40초일 때까지 X의 평균 반응 속도는 0.15 M/초이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
(　　) 반응 속도는 $\dfrac{\text{반응물의 농도 변화량}}{\text{반응 시간}}$으로 구할 수 있다.

정답
13 $\frac{1}{2}$
14 평균

15

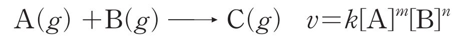
(1) $v=k[A]^m[B]^n$ 에서 전체 반응 차수는 (　　) 이다.

(2) (　　)은/는 반응 속도식에서 반응물의 농도의 지수이며, 화학 반응식의 계수와 관계없이 실험을 통해 구한다.

15

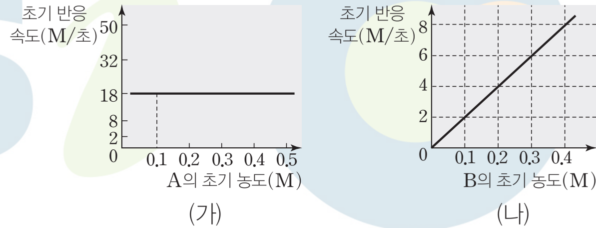
6066-0234

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식과 반응 속도식을 나타낸 것이다. k는 반응 속도 상수이고, m과 n은 반응 차수이다.



$$A(g) + B(g) \longrightarrow C(g) \quad v=k[A]^m[B]^n$$

그림은 강철 용기에 A와 B를 넣고 반응시켰을 때, A와 B의 농도에 따른 반응 속도를 나타낸 것이다. (가)는 B의 농도를, (나)는 A의 농도를 일정하게 유지하였다.



이 반응의 전체 반응 차수($m+n$)와 반응 속도 상수(k)의 크기로 옳은 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 일정하다.)

	$m+n$	k
①	0	20
②	1	20
③	1	180
④	2	180
⑤	2	3600

16

$2A(g) \longrightarrow B(g)$에서 반응물 A의 농도가 초기 농도의 반으로 줄어드는 데까지 걸리는 시간을 (　　)라고 한다.

16

6066-0235

다음은 A가 B를 생성하는 화학 반응식과 반응 속도식이다. k는 반응 속도 상수이다.



$$2A(g) \longrightarrow B(g) \qquad v=k[A]$$

표는 강철 용기에 A를 넣고 반응시켰을 때 반응 시간에 따른 [A]와 $\frac{[B]}{[A]}$를 나타낸 자료의 일부이다.

시간(초)	0	t	$2t$
[A]	0.64		
$\frac{[B]}{[A]}$	0	$\frac{1}{2}$	x

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. $x=\frac{3}{2}$이다.

ㄴ. 반감기는 $2t$초이다.

ㄷ. $4t$초일 때 $[B]=0.30$ M이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답

15 (1) $m+n$ (2) 반응 차수

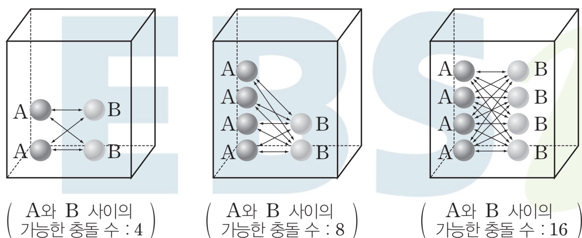
16 반감기

THEME 16

반응 속도에 영향을 주는 요인

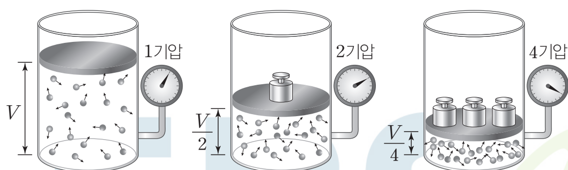
1 농도와 반응 속도

(1) 농도와 반응 속도 : 반응물의 농도 증가 → 단위 부피당 입자 수 증가 → 입자 사이의 충돌 수 증가 → 반응 속도 커짐



예 마그네슘은 공기 중에서보다 산소가 든 집기병에서 활발하게 연소된다.

(2) 압력과 반응 속도 : 외부의 압력 증가 → 기체의 부피 감소 → 단위 부피당 기체 입자 수 증가 → 기체 사이의 충돌 수 증가 → 반응 속도 커짐

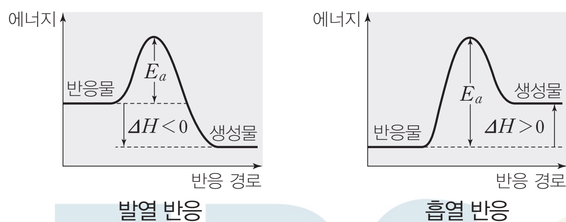


(3) 표면적과 반응 속도 : 고체 물질을 잘게 쪼갬 → 표면적 증가 → 반응물의 접촉 면적 증가 → 충돌 수 증가 → 반응 속도 커짐

예 미세 먼지가 많은 탄광이나 밀가루 공장에서 폭발 사고가 일어날 위험이 크다.

2 활성화 에너지

(1) 활성화 에너지(E_a) : 반응물들이 충돌하여 반응을 일으키는 데 필요한 최소한의 에너지이다.



(2) 활성화 에너지(E_a)와 반응 엔탈피(ΔH)

반응 엔탈피는 정반응의 활성화 에너지에서 역반응의 활성화 에너지를 뺀 값과 같다.

$$\Delta H = E_a - E_a'$$

(ΔH : 반응 엔탈피, E_a : 정반응의 활성화 에너지, E_a' : 역반응의 활성화 에너지)

(3) 활성화 에너지와 반응 속도 : 반응의 활성화 에너지(E_a)가 작을수록 반응 속도가 크고, 활성화 에너지가 클수록 반응 속도가 작다.

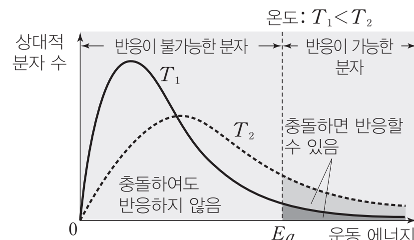
(4) 유효 충돌 : 활성화 에너지 이상의 에너지를 가지는 반응물들이 반응이 일어날 수 있는 방향으로 충돌하는 것이다. 충돌 방향이 적절하지 못하면 반응이 일어나지 않는다.

3 온도와 반응 속도

(1) 온도와 반응 속도

① 온도가 높아지면 분자들의 평균 운동 에너지는 증가하며, 활성화 에너지(E_a) 이상의 운동 에너지를 갖는 분자 수가 증가하므로 반응 속도가 커진다.

② 일반적으로 온도가 약 10℃ 높아지면 반응 속도는 2~3배 정도 커진다.

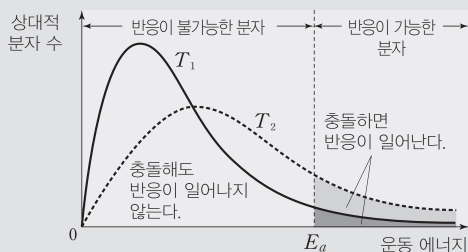


예 김치를 냉장고에 보관하면 천천히 익는다.

(2) 온도와 반응 속도 상수 : 반응 속도 상수(k)는 온도에 따라 달라지는데, 온도가 높아질수록 반응 속도가 커지므로 반응 속도 상수가 증가한다.

자료 분석 특강 | 온도와 반응 속도

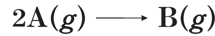
온도가 높아지면 분자 운동이 활발해져 분자의 운동 에너지 분포가 오른쪽으로 이동한다($T_1<T_2$). 온도가 T_1, T_2일 때 반응 속도와 관련된 물리량을 각각 (가), (나)로 나타내면 표와 같이 비교할 수 있다.



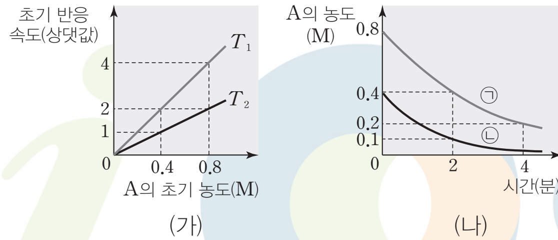
온도	(가)<(나)
분자의 평균 운동 에너지	(가)<(나)
반응할 수 있는 분자 수	(가)<(나)
반응 속도	(가)<(나)
총 분자 수	(가)=(나)
활성화 에너지	(가)=(나)
반응 속도 상수	(가)<(나)

테마 대표 문제

다음은 A가 반응하여 B를 생성하는 화학 반응식이다. | 2016 9월 모의평가 |



강철 용기에서 이 반응이 일어날 때, 그림 (가)는 온도 T_1과 T_2에서 A의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를, (나)는 온도가 각각 T_1과 T_2에서 일어나는 반응의 시간에 따른 A의 농도를 나타낸 것이다.



(가) (나)

(나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 T_2에서의 반응이다.
ㄴ. 1분일 때, ㉡에서 생성된 B의 농도는 0.1 M이다.
ㄷ. 4분일 때, B의 생성 속도는 ㉠에서가 ㉡에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | (나)에서 반감기가 일정하다는 사실로부터 1차 반응임을 알아야 한다. 반응 속도는 초기 농도가 같을 때, 단위 시간당 농도 변화량을 비교하여야 하며, 1차 반응에서 반감기가 n번째일 때 A의 농도는 $[\mathrm{A}]_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n$임을 알아 둔다.

간략 풀이 | ㄱ. (가)에서 A의 초기 농도가 0.4 M일 때 반응 속도는 T_1에서가 T_2에서보다 크고, (나)에서 A의 초기 농도가 0.4 M일 때 2분 동안 A의 농도 변화량이 ㉡>㉠이므로 반응 속도는 ㉡>㉠이다. 따라서 ㉠은 T_2에서의 반응이다.

ㄴ. 화학 반응식으로부터 반응 몰수비는 A:B=2:1임을 알 수 있다. ㉡에서 1분 동안 A의 농도가 0.2 M 감소했으므로 생성된 B의 농도는 0.1 M이다.

ㄷ. 반감기는 ㉠이 2분, ㉡이 1분이므로, 4분일 때 A의 농도는 ㉠에서 $[\mathrm{A}]=0.8\times\left(\frac{1}{2}\right)^2=0.2$ M, ㉡에서 $[\mathrm{A}]=0.4\times\left(\frac{1}{2}\right)^4=0.025$ M이다. 또한 반응 속도 상수는 ㉡이 ㉠의 2배이다. 이 반응은 A에 대한 1차 반응이고, B의 생성 속도 비는 A의 초기 반응 속도 비와 같으므로 B의 생성 속도는 ㉠에서가 ㉡에서의 4배이다. **정답 | ③**

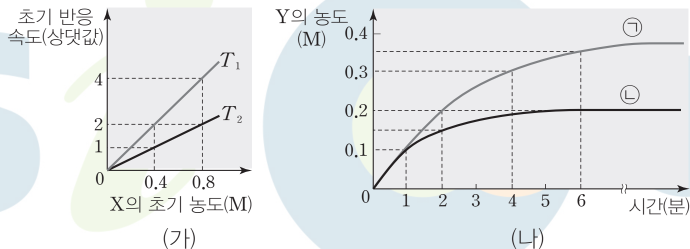
닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 58쪽

다음은 X가 반응하여 Y를 생성하는 화학 반응식이다. ▶ 6066-0236



부피가 같은 강철 용기에서 X(g)를 각각 넣고 모두 반응시켰을 때, 그림 (가)는 온도 T_1과 T_2에서 X의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를, (나)는 온도가 각각 T_1과 T_2에서 일어나는 반응의 시간에 따른 Y의 농도를 나타낸 것이다. ㉠에서 반응이 완결되었을 때 [Y]=0.4 M이다.



(가) (나)

(나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 반응 속도 상수는 ㉡에서가 ㉠에서보다 크다.
ㄴ. 반응의 활성화 에너지는 ㉠에서가 ㉡에서보다 크다.
ㄷ. 4분일 때, X의 농도는 ㉠에서가 ㉡에서의 4배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 반응물의 초기 농도와 온도에 따른 초기 반응 속도를 제시한 것은 유사하지만, 테마 대표 문제에서는 시간에 따른 반응물의 농도를, 닮은 꼴 문제는 시간에 따른 생성물의 농도를 제시한 점이 다르다.

배경 지식 |

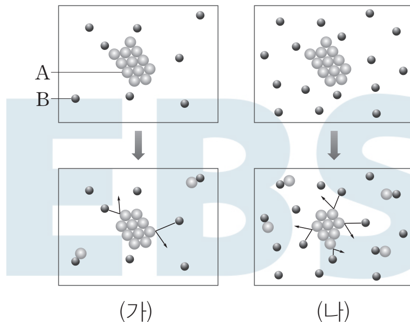
• 1차 반응 : 반응 속도는 반응물의 농도에 비례하고, 반감기가 일정하다.

• 온도에 따른 반응의 활성화 에너지
➡ 온도가 높아지면 분자들의 평균 운동 에너지는 증가하며, 활성화 에너지(E_a) 이상의 운동 에너지를 갖는 분자 수가 증가하므로 반응 속도가 커진다.
➡ 반응의 활성화 에너지는 변하지 않는다.

01

6066-0237

그림은 일정한 온도에서 고체 A와 기체 B가 반응할 때, 어떤 요인에 의해 반응 속도가 달라지는 것을 모형으로 나타낸 것이다. 반응 속도는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.



(가) (나)

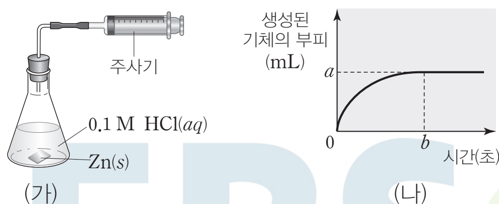
이 모형으로 설명할 수 있는 현상으로 가장 적절한 것은?

① 간장을 담글 때 누룩을 넣는다.
② 압력 밥솥에서 밥이 빨리 익는다.
③ 알약보다 가루약의 흡수가 빠르다.
④ 겨울철에도 비닐하우스에서는 식물이 잘 자란다.
⑤ 연탄가스에 중독된 환자에게 산소마스크를 쓰게 한다.

02

6066-0238

그림 (가)는 0.1 M 묽은 염산(HCl)에 아연(Zn)판 1.0 g을 넣고 반응시키는 모습을, (나)는 (가)에서 생성된 기체의 부피를 시간에 따라 나타낸 것이다. a는 반응이 완결되었을 때까지 생성된 기체의 부피를, b는 반응이 완결될 때까지 소요된 시간이며, $HCl(aq)$은 $Zn(s)$이 반응하기에 충분하다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 t°C로 일정하고, 주사기 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기

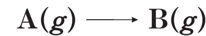
ㄱ. 같은 조건에서 0.2 M $HCl(aq)$으로 실험하면 a는 커지고, b는 작아진다.
ㄴ. 같은 조건에서 2.0 g의 Zn판으로 실험하면 a는 커진다.
ㄷ. 같은 조건에서 같은 질량의 Zn 가루로 실험하면 b는 커진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

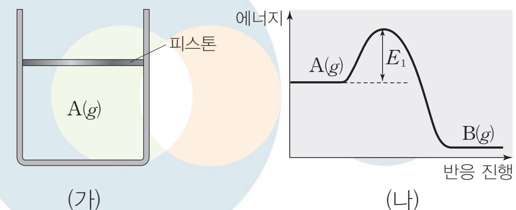
6066-0239

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 화학 반응식이다.



$$A(g) \longrightarrow B(g)$$

그림 (가)는 실린더에 기체 A가 들어 있는 것을, (나)는 반응 $A(g) \longrightarrow B(g)$에서 반응의 진행에 따른 에너지를 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 기체의 온도를 낮추어 반응시켜도 E_1은 변하지 않는다.
ㄴ. (가)에서 실린더의 부피를 $\frac{1}{2}$배로 줄여 반응시키면 E_1은 감소한다.
ㄷ. (가)에서 $A(g)$의 초기 농도를 2배로 하여 반응시키면 반응 속도 상수는 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

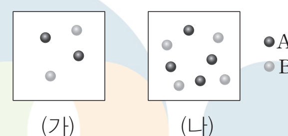
6066-0240

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식이다.



$$A(g)+B(g) \longrightarrow C(g)$$

그림은 부피가 같은 강철 용기에 기체 A와 B가 서로 다른 농도로 각각 혼합되어 있는 것을 나타낸 것이다.



(가) (나)

(가)와 (나)에서 각각 반응이 일어날 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 온도는 t°C로 일정하다.)

보기

ㄱ. 반응 속도 상수는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.
ㄴ. 충돌 횟수는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.
ㄷ. 활성화 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05
6066-0241

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.



표는 $A(g)$와 $B(g)$의 초기 농도와 온도 T_1, T_2에 따른 초기 반응 속도를 측정한 결과이다.

실험	초기 농도(M)		초기 반응 속도(M/초)	
	[A]	[B]	T_1	T_2
Ⅰ	0.1	0.1	4.3×10^{-9}	4.4×10^{-6}
Ⅱ	0.1	0.2	8.6×10^{-9}	8.8×10^{-6}
Ⅲ	0.2	0.2	1.7×10^{-8}	1.8×10^{-5}

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

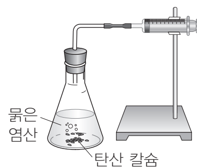
보기
ㄱ. 이 반응은 A에 대한 1차 반응이다.
ㄴ. T_1에서 유효 충돌 횟수는 실험 Ⅱ에서가 실험 Ⅰ에서보다 크다.
ㄷ. 반응의 활성화 에너지는 실험 Ⅱ의 T_2에서가 실험 Ⅲ의 T_1에서보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06
6066-0242

표는 일정한 농도의 염산에 증류수를 섞어 희석한 용액의 조성을, 그림은 표의 각 용액에 탄산 칼슘($CaCO_3$) 6 g을 각각 반응시킬 때 발생하는 기체의 부피를 측정하는 장치를 나타낸 것이다.

조건 / 실험	용액	
	염산의 부피(mL)	증류수의 부피(mL)
Ⅰ	10	20
Ⅱ	20	10
Ⅲ	30	0



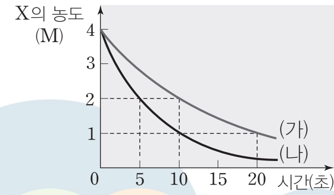
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 각 실험에서 염산의 양은 $CaCO_3$이 반응하기에 충분하며, 주사기 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기
ㄱ. 초기의 기체 생성 속도는 실험 Ⅱ에서가 실험 Ⅰ에서보다 크다.
ㄴ. 반응이 완결되었을 때 생성된 기체의 총 부피는 실험 Ⅲ에서가 실험 Ⅱ에서보다 크다.
ㄷ. 실험 Ⅰ~Ⅲ의 결과로부터 농도가 반응 속도에 미치는 영향을 알 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07
6066-0243

그림은 반응 온도가 다른 조건에서 기체 X가 분해되는 반응에 대하여 X의 농도를 반응 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)와 (나)를 비교한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 온도는 각각 일정하다.)

보기
ㄱ. 반감기 : (가)>(나)
ㄴ. 반응 차수 : (나)>(가)
ㄷ. 반응 속도 상수 : (가)=(나)

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08
6066-0244

다음은 일정한 온도에서 반응 속도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]
(가) 그림과 같이 2개의 증발접시에 과망가니즈산 칼륨 알갱이 5 g과 과망가니즈산 칼륨 가루 5 g을 각각 넣는다.



(나) 과망가니즈산 칼륨에 같은 양의 글리세린을 동시에 떨어뜨려 불꽃이 생기는 데 걸리는 시간을 측정하여 반응 속도를 비교한다.

[실험 결과]
○ 불꽃이 생기는 데 걸리는 시간은 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 빨랐다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ에서 반응의 활성화 에너지는 같다.
ㄴ. 충돌 횟수는 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 크다.
ㄷ. 이 실험의 결과로부터 알약보다 가루약이 흡수가 잘 되는 것을 설명할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

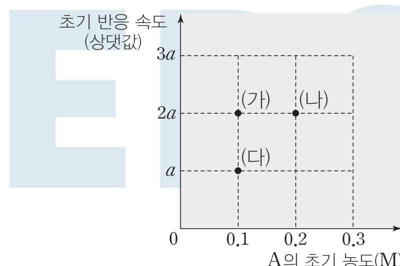
▶ 6066-0245

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 화학 반응식과 반응 속도식이다.



$$A(g) \longrightarrow B(g) \quad v=k[A] \ (k\text{는 반응 속도 상수})$$

그림은 강철 용기에 A를 넣고 반응시킬 때, A의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 촉매는 사용하지 않았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

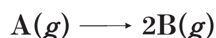
ㄱ. 온도는 (가)가 (나)보다 높다.
ㄴ. 반응 속도 상수(k)는 (가)가 (다)보다 크다.
ㄷ. 반응의 활성화 에너지는 (다)가 (나)보다 크다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

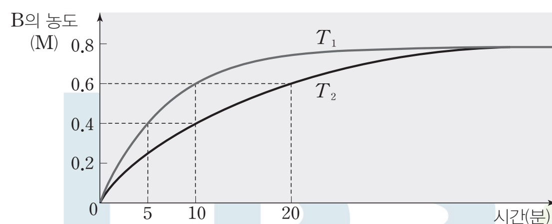
▶ 6066-0246

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 화학 반응식이다.



$$A(g) \longrightarrow 2B(g)$$

그림은 온도 T_1, T_2에서 강철 용기에 각각 $A(g)$만 넣고 반응시켰을 때, 시간에 따른 생성된 B의 농도를 나타낸 것이다.



T_1에서가 T_2에서보다 큰 값을 갖는 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

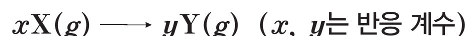
ㄱ. A의 초기 농도
ㄴ. 반응 속도 상수
ㄷ. 활성화 에너지

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

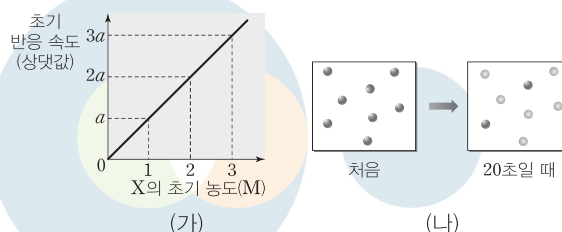
▶ 6066-0247

다음은 X가 반응하여 Y가 생성되는 화학 반응식이다.



$$xX(g) \longrightarrow yY(g) \quad (x,\ y\text{는 반응 계수})$$

그림 (가)는 t℃에서 $X(g)$의 초기 농도에 따른 초기 반응 속도를, (나)는 t℃에서 강철 용기에 $X(g)$를 넣고 반응시켰을 때, 처음과 20초 후의 용기 속에 들어 있는 입자를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. t℃보다 높은 온도에서 반응하면 (가)에서 직선의 기울기는 커진다.
ㄴ. (나)에서 처음~20초 사이의 농도 변화량은 X가 Y의 2배이다.
ㄷ. (나)에서 강철 용기의 부피를 2배로 하여 실험하면 반감기는 커진다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

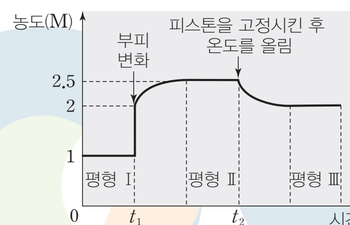
▶ 6066-0248

다음은 A가 분해되는 열화학 반응식이다.



$$A(g) \rightleftharpoons 2B(g) \qquad \Delta H>0$$

그림은 2 L의 실린더에서 이 반응이 평형에 도달한 후 시간 t_1, t_2에서 1가지 조건만을 각각 변화시켰을 때, 시간에 따른 반응물 또는 생성물의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

보기

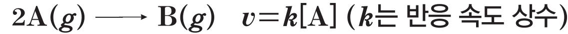
ㄱ. 그림은 $B(g)$의 농도 변화를 나타낸 것이다.
ㄴ. 역반응의 반응 속도는 평형 Ⅱ에서가 평형 Ⅰ에서보다 크다.
ㄷ. 반응 속도 상수는 평형 Ⅲ에서가 평형 Ⅱ에서보다 크다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 6066-0249

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 화학 반응식과 반응 속도식이다.



$$2A(g) \longrightarrow B(g) \quad v=k[A] \ (k\text{는 반응 속도 상수})$$

표는 온도가 각각 T_1과 T_2이고 부피가 같은 2개의 강철 용기에 같은 몰수의 $A(g)$를 각각 넣고 반응시킬 때, 시간에 따른 $A(g)$의 몰 분율을 나타낸 것이다.

실험	온도	$A(g)$의 몰 분율	
		$t=0$초	$t=20$초
(가)	T_1	1	$\frac{2}{5}$
(나)	T_2	1	$\frac{2}{3}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $T_1 > T_2$이다.

ㄴ. 반응의 활성화 에너지는 실험 (가)에서가 실험 (나)에서보다 크다.

ㄷ. 실험 (나)에서 40초일 때 A의 몰 분율은 $\frac{2}{5}$이다.

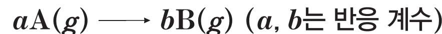
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
온도를 높이면 반응 속도는 커지지만, 반응의 (　　) 는 변하지 않는다.

14

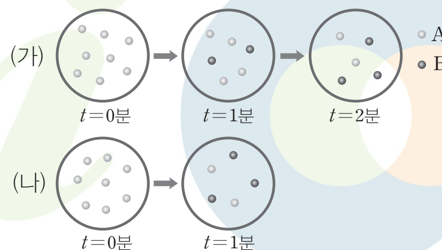
▶ 6066-0250

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 화학 반응식이다.



$$aA(g) \longrightarrow bB(g) \ (a, b\text{는 반응 계수})$$

그림은 서로 다른 온도에서 같은 부피의 강철 용기에 $A(g)$를 각각 넣고 반응시켰을 때 용기에 들어 있는 입자를 시간(t)에 따라 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, (가), (나)에서 반응이 진행되는 동안 온도는 각각 일정하게 유지된다.)

① $a=2b$이다.

② 반감기는 (나)에서가 (가)에서보다 길다.

③ 반응의 활성화 에너지는 (가)와 (나)에서 같다.

④ 반응 속도 상수는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

⑤ 0~1분 동안 B의 농도 변화량은 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

14
강철 용기에서 $aA(g) \longrightarrow bB(g)$의 반응이 일어날 때, 일정 시간 동안 A의 농도 감소량은 B의 농도 증가량의 (　　) 배이다.

정답

13 활성화 에너지

14 $\frac{a}{b}$

15

▶ 6066-0251

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.



$$A(g)+B(g) \longrightarrow C(g)$$

표는 부피가 같은 강철 용기에 A와 B의 부분 압력을 달리하여 넣고 각각 반응시켰을 때, 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.

실험	온도	반응 전 기체의 부분 압력(기압)		초기 반응 속도 (상댓값)
		A	B	
(가)	T_1	P	P	8
(나)	T_1	P	$\frac{1}{2}P$	4
(다)	T_1	$\frac{1}{2}P$	$\frac{1}{4}P$	1
(라)	T_2	$\frac{1}{2}P$	$\frac{1}{4}P$	3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 이 반응은 B에 대한 1차 반응이다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 (가)가 (나)의 2배이다.
ㄷ. 반응의 활성화 에너지는 (다)와 (라)에서 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15
1차 반응에서 온도가 높을수록 반응 속도 상수가 (감소 / 증가)하여 반감기가 (짧아 / 길어)진다.

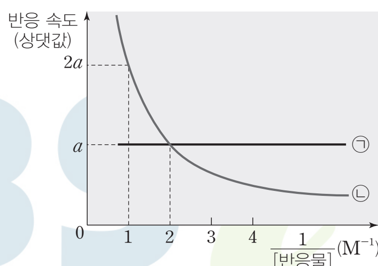
16

▶ 6066-0252

표는 2가지 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k_1과 k_2는 반응 속도 상수이다.

반응	화학 반응식	반응 속도식
(가)	$A(g) \longrightarrow B(g)$	$v=k_1[A]$
(나)	$X(g) \longrightarrow Y(g)$	$v=k_2$

그림은 t°C에서 강철 용기에 반응물을 넣고 각각 반응시켰을 때 $\frac{1}{[반응물]}$에 따른 반응 속도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가), (나)에서 반응이 진행되는 동안 온도는 t°C로 일정하게 유지하였다.)

보기
ㄱ. ㉠은 반응 (나)에 대한 그래프이다.
ㄴ. 반응 속도 상수의 크기는 k_1이 k_2의 2배이다.
ㄷ. ㉡에서 반응물의 농도가 증가할수록 반응의 유효 충돌 횟수는 커진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16
1차 반응에서 반응물의 농도가 증가할수록 유효 충돌 횟수가 (감소 / 증가)하여 반응 속도가 (작아 / 커)진다.

정답
15 증가, 짧아
16 증가, 커

17
평형 상태에 있는 반응물과 생성물의 온도를 높이면 정반응 속도와 역반응 속도는 모두 (감소 / 증가)한다.

17

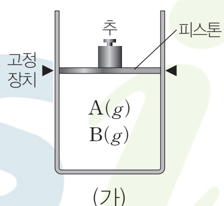
6066-0253

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 열화학 반응식이다.

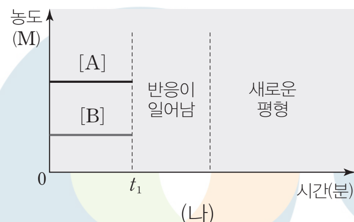


$$2A(g) \rightleftharpoons B(g) \quad \Delta H>0$$

그림 (가)는 실린더에서 A(g)와 B(g)가 평형을 이룬 후 피스톤을 고정시킨 모습을, (나)는 t_1에서 반응 조건을 변화시켜 새로운 평형에 도달했을 때 시간에 따른 A(g)와 B(g)의 농도를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

t_1에서 반응 조건을 변화시켰을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

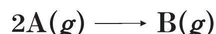
① (가)에서 기체의 온도를 낮추면 평형 상수는 증가한다.
② (가)에서 기체의 온도를 높이면 역반응 속도는 감소한다.
③ 일정한 온도에서 (가)에 A(g)를 첨가하면 정반응 속도는 증가한다.
④ 일정한 온도에서 (가)의 고정 장치를 풀고 피스톤에 추를 추가로 올려놓으면 B의 몰 분율은 감소한다.
⑤ 일정한 온도에서 (가)의 고정 장치를 풀고 피스톤에 올려놓은 추를 제거하면 반응의 활성화 에너지가 증가한다.

18
2A(g) ⟶ B(g)의 반응이 1차 반응일 때 반감기가 (　　)하므로, 반감기가 n번째인 시점에서 A의 농도는 [A의 초기 농도]×(　　)^{n}이다.

18

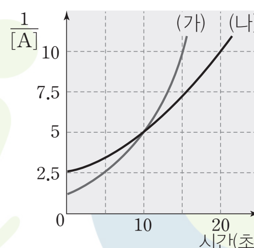
6066-0254

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 화학 반응식이다.



$$2A(g) \longrightarrow B(g)$$

그림은 부피가 같은 두 강철 용기에 A를 각각 넣고 초기 반응 조건을 달리하여 반응시켰을 때, 반응 시간에 따른 $\frac{1}{[A]}$을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 촉매는 사용하지 않았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 반응이 진행되는 동안 온도는 각각 일정하게 유지하였다.)

보기

ㄱ. A의 초기 농도는 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
ㄷ. 20초일 때 B(g)의 생성 속도는 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
17 증가
18 일정, $\frac{1}{2}$



THEME 17

촉매와 반응 속도

1 촉매와 반응 속도

(1) 촉매 : 화학 반응에서 활성화 에너지의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 물질이다.

① 정촉매 : 활성화 에너지의 크기를 감소시켜 반응 속도 상수가 커지므로 반응 속도를 크게 한다.

② 부촉매 : 활성화 에너지의 크기를 증가시켜 반응 속도 상수가 작아지므로 반응 속도를 작게 한다.

(2) 촉매의 특징

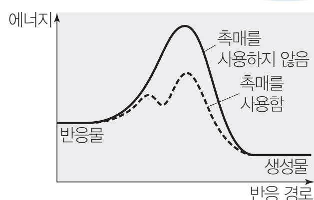
① 촉매는 반응 전과 후에 질량이 변하지 않는다.
➡ 촉매는 반응에 관여하지만 반응이 끝난 후 반응 전의 상태로 되돌아간다.

② 촉매는 반응 엔탈피(ΔH)를 변화시키지 않는다.
➡ 촉매는 활성화 에너지의 크기만 변화시킨다.

③ 촉매를 사용해도 반응이 완결된 후 생성물의 양은 변하지 않는다.
➡ 반응물의 양이 일정하면 촉매를 사용하여 반응 속도가 변하더라도 생성물의 양은 변하지 않는다.

④ 촉매는 정반응 속도와 역반응 속도를 모두 변화시킨다.
➡ 촉매는 활성화 에너지의 크기를 변화시키므로 정반응 속도와 역반응 속도를 모두 변화시킨다.

(3) 촉매와 반응 경로 : 촉매는 반응에 참여하여 반응 경로를 변화시킨다. 반응 경로의 변화 때문에 활성화 에너지의 크기가 변한다.



(4) 촉매의 이용

① 암모니아(NH_3)의 합성 : 산화 철, 산화 알루미늄 등의 촉매를 사용하여 암모니아를 합성하면 반응 시간이 단축되고 낮은 온도에서도 반응이 가능해진다.

② 자동차 배기 가스에서 오염 물질 제거 : 백금(Pt), 로듐(Rh) 등과 같은 촉매를 사용하여 배기 가스에 포함된 오염 물질인 일산화 탄소(CO), 탄화수소(C_mH_n), 질소 산화물(NO_x) 등을 다른 물질로 변화시킨다.

2 효소와 촉매

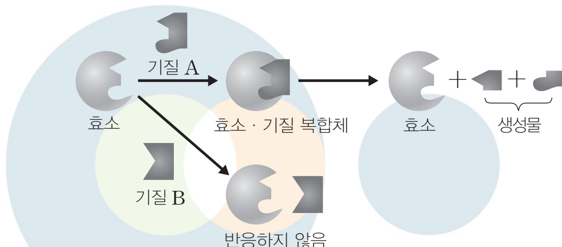
(1) 효소

① 효소 : 생물체 내에서 각종 화학 반응의 촉매로 작용하는 물질이다.

② 효소의 작용 : 생물체 내에서 활성화 에너지의 크기를 감소시켜 반응 속도를 크게 한다.

(2) 효소 작용의 조건

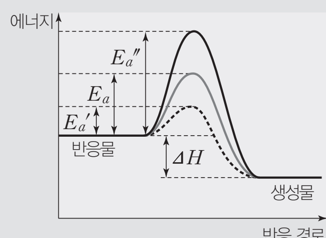
① 기질 특이성 : 효소는 효소와 결합할 수 있는 특정 기질에만 작용한다.



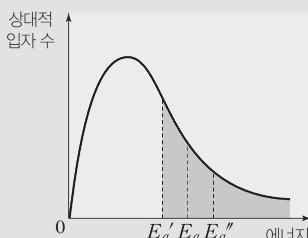
② 최적 온도 : 효소는 너무 낮은 온도에서는 에너지가 작아 반응 속도가 작아지고, 너무 높은 온도에서는 효소가 변성되거나 파괴되어 효소의 기능을 잃어버린다. 따라서 효소마다 반응 속도가 최대인 최적 온도를 가진다.

③ 최적 pH : 효소마다 반응 속도가 최대인 최적 pH가 다르다. 펩신은 pH가 약 2일 때, 아밀레이스는 pH가 약 7일 때 반응 속도가 최대이다.

자료 분석 특강 | 촉매와 반응 속도



(가)



(나)

E_a : 촉매를 사용하지 않았을 때의 활성화 에너지
E_a' : 정촉매를 사용했을 때의 활성화 에너지
E_a'' : 부촉매를 사용했을 때의 활성화 에너지

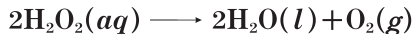
❶ 정촉매를 사용하면 (가)와 (나)에서 활성화 에너지가 $E_a \rightarrow E_a'$으로 감소한다.
➡(나)에서 활성화 에너지(E_a') 이상의 에너지를 가진 입자 수가 증가한다. ➡ 반응 속도가 커진다.

❷ 부촉매를 사용하면 (가)와 (나)에서 활성화 에너지가 $E_a \rightarrow E_a''$으로 증가한다.
➡(나)에서 활성화 에너지(E_a'') 이상의 에너지를 가진 입자 수가 감소한다. ➡ 반응 속도가 작아진다.

❸ (가)에서 촉매를 사용하면 활성화 에너지의 크기가 변하더라도 반응 엔탈피(ΔH)는 변하지 않는다.

테마 대표 문제

다음은 H_2O_2가 분해되는 화학 반응식이다. | 2016 대수능 |



$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l)+O_2(g)$$

표는 서로 다른 반응 조건에서 H_2O_2가 분해되어 생성된 O_2의 양에 대한 자료이다.

실험	초기 반응 조건			0~50초 동안 생성된 O_2의 양(몰)
	a M $H_2O_2(aq)$의 부피(mL)	첨가한 물질	온도	
Ⅰ	25	없음	T_1	n
Ⅱ	25	없음	T_2	$5n$
Ⅲ	25	$MnO_2(s)$	T_1	$100n$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 실험에서 용액의 온도는 일정하고 부피 변화는 무시한다.)

보기

ㄱ. 반응의 활성화 에너지는 Ⅰ에서가 Ⅱ에서보다 크다.
ㄴ. Ⅱ에서 0~50초의 $-\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t}=4n$ 몰/L·초이다.
ㄷ. Ⅲ에서 $MnO_2(s)$는 정촉매이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 50초 동안 생성된 O_2의 몰수로부터 반응 속도를 구하여 온도와 촉매가 반응 속도에 미치는 영향을 알아내야 하며, 반응 온도가 변하여도 활성화 에너지는 변하지 않음을 알고 있어야 한다.

간략 풀이 | ㄱ. 다른 조건은 같을 때 반응 온도가 달라지면 활성화 에너지보다 큰 운동 에너지를 갖는 분자 수가 달라져 반응 속도가 변하는 것이므로, 온도가 다른 실험 Ⅰ과 Ⅱ에서 반응의 활성화 에너지는 서로 같다.

ㄴ. Ⅱ에서 0~50초 동안 생성된 O_2의 몰수가 $5n$몰이므로 화학 반응식으로부터 소모된 H_2O_2의 몰수는 $10n$몰임을 알 수 있다. 따라서 $-\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t}=\frac{\frac{10n\text{몰}}{0.025\text{ L}}}{50\text{초}}$ $=8n$ 몰/L·초이다.

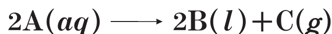
ㄷ. Ⅲ에서 0~50초 동안 생성된 O_2의 몰수가 가장 크므로 초기 반응 속도가 MnO_2 때문에 증가한 것이다. 따라서 MnO_2는 정촉매이다.

정답 | ②

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

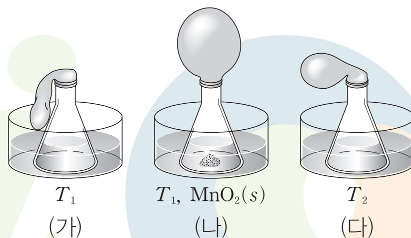
정답과 해설 63쪽

다음은 A가 분해되는 화학 반응식이다. ▶ 6066-0255



$$2A(aq) \longrightarrow 2B(l)+C(g)$$

그림은 일정한 농도의 $A(aq)$ 25 mL를 각각 3개의 삼각 플라스크에 넣은 후, 서로 다른 반응 조건에서 반응시켰을 때 t초 후 생성된 $C(g)$의 양을 나타낸 것이다. T_1, T_2는 용액의 온도이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)에서 용액의 온도는 각각 일정하게 유지하였고, 동일한 풍선을 사용하였다.)

보기

ㄱ. 초기 반응 속도는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 (나)가 (다)보다 크다.
ㄷ. 반응의 활성화 에너지는 (다)가 (가)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 온도와 촉매가 반응 속도에 미치는 영향에 대해 알아보는 실험을 제시한 점은 유사하다. 테마 대표 문제에서는 반응 온도가 변하였을 때의 활성화 에너지 변화를 묻고 있지만, 닮은 꼴 문제에서는 온도를 변화시키거나 촉매를 넣었을 때의 반응 속도 상수를 비교하고 있다는 것이 차이점이다.

배경 지식 |

• 촉매 : 화학 반응에서 활성화 에너지의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 물질이다.

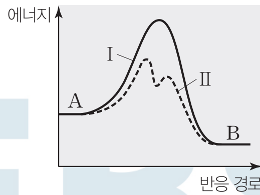
➡ 정촉매 : 활성화 에너지의 크기를 감소시켜 반응 속도를 크게 한다.

➡ 부촉매 : 활성화 에너지의 크기를 증가시켜 반응 속도를 작게 한다.

01

6066-0256

그림은 강철 용기에서 A(g)가 반응하여 B(g)가 생성되는 2가지 반응 경로 Ⅰ과 Ⅱ에서 각 반응의 반응 경로에 따른 에너지를 나타낸 것이다.



Ⅰ과 Ⅱ를 비교한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 반응에서 A의 초기 농도는 같고, 온도는 일정하다.)

보기

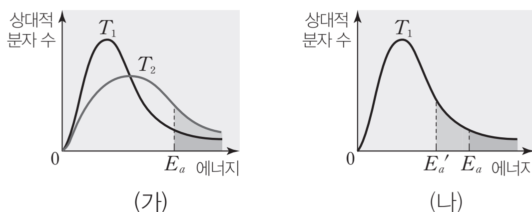
ㄱ. 활성화 에너지 : Ⅰ > Ⅱ
ㄴ. 초기 반응 속도 : Ⅰ > Ⅱ
ㄷ. 최종 생성물의 농도 : Ⅰ > Ⅱ

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0257

그림 (가)와 (나)는 어떤 반응에서 반응 속도에 영향을 미치는 요인을 설명하기 위한 자료를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, T_1, T_2는 반응 온도, E_a, E_a'은 반응의 활성화 에너지이다.)

보기

ㄱ. (가)에서 반응 초기의 반응 속도 상수는 T_2에서가 T_1에서보다 크다.
ㄴ. (나)에서 E_a'은 정촉매를 넣었을 때의 반응의 활성화 에너지이다.
ㄷ. 펩신이 단백질의 분해 속도를 크게 하는 원리는 (나)로 설명할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0258

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 반응에 대한 자료이다.

○ 화학 반응식 : $2A(g)+B(g) \longrightarrow 2C(g)$
○ 반응 속도식 : $v=k_1[A]$, $k_1=0.1$초$^{-1}$
○ 활성화 에너지(E_a) : 80 kJ

t°C에서 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣은 후 반응시켰을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, k_1과 k_2는 각각 t°C와 $2t$°C에서의 반응 속도 상수이다.)

보기

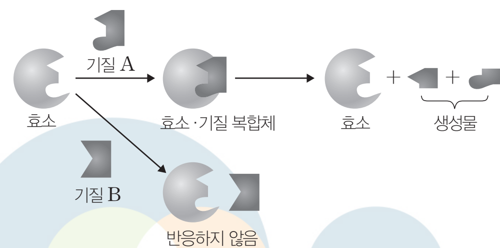
ㄱ. 온도를 $2t$°C로 높였을 때, 반응 속도식은 $v=k_2[A]^2$이 된다.
ㄴ. 온도를 $2t$°C로 높였을 때, 반응 속도 상수(k_2)의 값은 0.1보다 커진다.
ㄷ. 정촉매를 넣고 반응시키면 활성화 에너지는 80 kJ보다 작아진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0259

그림은 효소와 기질의 반응을 나타낸 것이다. 이 반응은 발열 과정이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 효소는 기질 특이성이 있다.
ㄴ. 효소는 기질 A가 분해되는 반응의 활성화 에너지를 변화시킨다.
ㄷ. 효소·기질 복합체의 엔탈피는 효소와 생성물의 엔탈피 합보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

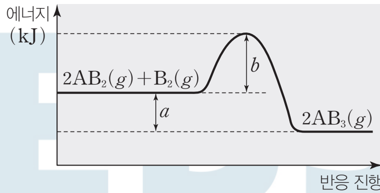
6066-0260

다음은 AB_2와 B_2가 반응하여 AB_3를 생성하는 열화학 반응식이다.



$$2AB_2(g)+B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g) \quad \Delta H$$

그림은 강철 용기에서 반응이 일어날 때 반응 진행에 따른 에너지를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. $\Delta H=a$ kJ이다.
ㄴ. 온도를 높이면 정반응의 활성화 에너지는 b kJ보다 작아진다.
ㄷ. 정촉매를 넣으면 역반응의 활성화 에너지는 $(a+b)$ kJ보다 작아진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

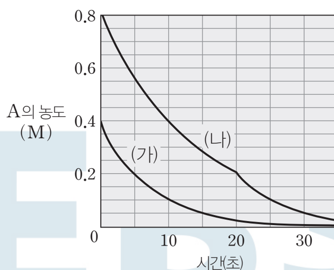
6066-0261

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



$$2A(g) \longrightarrow B(g)$$

그림은 t℃에서 강철 용기에 $A(g)$를 넣고 반응시킬 때, 시간에 따른 A의 농도를 나타낸 것이다. (가)에서는 촉매를 사용하지 않았고, (나)에서는 촉매를 사용하다가 반응 시작 후 20초일 때 제거하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

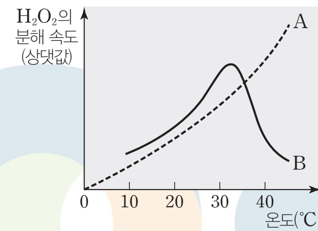
ㄱ. A의 농도가 0.4 M일 때, 반응 속도는 (가)와 (나)에서 같다.
ㄴ. A의 농도가 0.3 M일 때, 반응의 활성화 에너지는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. 25초일 때, B의 생성 속도는 (나)에서가 (가)에서의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0262

그림은 과산화 수소수($H_2O_2(aq)$)에 물질 A 또는 B를 첨가하였을 때, 온도에 따른 H_2O_2의 분해 속도를 나타낸 것이다. A와 B는 정촉매이고, A와 B 중 하나는 효소이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

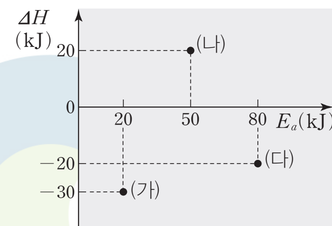
ㄱ. 효소는 B에 해당한다.
ㄴ. A는 반응의 활성화 에너지를 감소시킨다.
ㄷ. 동일한 실험 조건에서 $H_2O_2(aq)$에 A와 B를 각각 첨가하면 생성물의 총량이 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0263

그림은 반응 (가)~(다)에서 반응 엔탈피(ΔH)와 반응의 활성화 에너지(E_a)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)에서 반응물의 초기 농도와 온도는 같다.)

보기

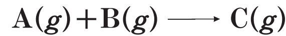
ㄱ. (가)가 일어날 때 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄴ. 역반응의 활성화 에너지는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. (다)에서 부촉매를 사용하면 반응 엔탈피(ΔH)는 (나)보다 커진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

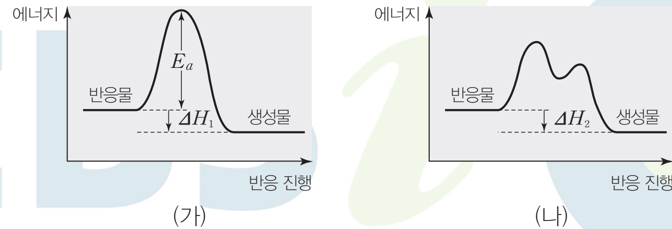
▶ 6066-0264

다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.



$$A(g)+B(g) \longrightarrow C(g)$$

그림 (가)는 강철 용기에 $A(g)$, $B(g)$를 넣고 반응시킬 때, (나)는 강철 용기에 $A(g)$와 $B(g)$, 촉매를 넣고 반응시킬 때 반응 진행에 따른 에너지를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 반응물의 초기 농도와 온도는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $\Delta H_1=\Delta H_2$이다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 (가)와 (나)가 같다.
ㄷ. (가)에서 온도를 높이면 활성화 에너지는 E_a보다 작아진다.

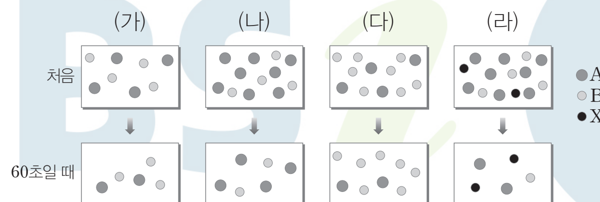
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
촉매는 ( )를 변화시켜 반응 속도를 커지거나 작아지게 하지만, 반응 엔탈피는 변화시키지 않는다.

10

▶ 6066-0265

그림 (가)~(다)는 반응 $2A(g)+B(g) \longrightarrow C(g)$에서 시간에 따른 반응물의 입자를, (라)는 (나)에 물질 X를 첨가하여 반응시켰을 때 시간에 따른 반응물과 X의 입자를 모형으로 나타낸 것이다. (가)~(라)의 온도는 t℃로 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 이 반응의 전체 반응 차수는 1이다.
ㄴ. 반응의 활성화 에너지는 (가)가 (라)보다 크다.
ㄷ. 반응 엔탈피(ΔH)는 (나)가 (라)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
정촉매는 활성화 에너지를 (감소 / 증가)시켜 반응 속도를 (작 / 크)게 하지만, 반응 엔탈피를 변화시키지 않는다.

정답
09 활성화 에너지 또는 반응 경로
10 감소, 크

11
반응 속도 상수는 (   ), (   )에 의해 변하며, 초기 반응 농도는 영향을 주지 않는다.

11

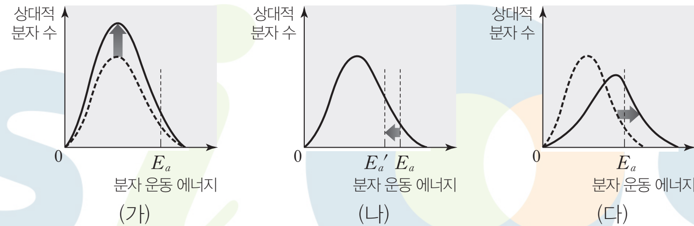
▶ 6066-0266

다음은 A가 반응하여 B가 생성되는 열화학 반응식이다.



$$2A(g) \longrightarrow B(g) \quad \Delta H$$

그림은 강철 용기에 $A(g)$를 넣고 초기 조건을 달리하여 반응시켰을 때, 상대적 분자 수를 분자 운동 에너지에 따라 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 변화시킨 반응 조건을 제외한 다른 조건은 동일하게 유지하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ΔH는 (가)에서와 (나)에서가 같다.
ㄴ. 반응이 완결된 후 생성물의 양은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
ㄷ. 반응 속도 상수는 (가)~(다)에서 모두 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
정반응이 발열 반응인 반응에서 반응 온도를 높여 주면 정반응과 역반응의 속도는 모두 (작아 / 커)지며, 생성물의 농도는 (감소 / 증가)한다.

12

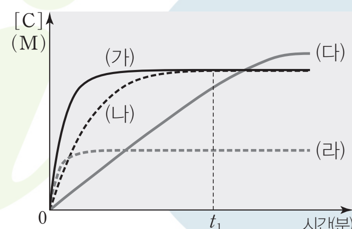
▶ 6066-0267

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 열화학 반응식이다.



$$A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad \Delta H < 0$$

그림은 강철 용기에 A와 B를 넣고 서로 다른 반응 조건으로 각각 반응시켰을 때, 시간에 따른 C의 농도를 나타낸 것이다. (가)~(라)에서 반응물의 초기 농도는 서로 같고, 각각 1가지 반응 조건만을 변화시켰다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 반응의 활성화 에너지는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄴ. 반응 온도는 (라)가 (다)보다 높다.
ㄷ. t_1에서 (나)의 용기 속에 $He(g)$을 넣으면 C의 양은 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
11 온도, 촉매
12 커, 감소



THEME
18 의약품과 녹색 화학

1 의약품

(1) **천연 의약품** : 자연의 물질을 그대로 사용하거나 간단한 가공을 거쳐 이용하는 의약품이다.

① 약용 식물 : 약으로 쓰이거나 약의 재료가 되는 식물이다.
예 인삼, 감초, 도라지, 구기자 등

② 생약 : 식물, 동물이나 광물 등 자연에서 얻을 수 있는 천연의 물질을 그대로 쓰거나 간단한 가공을 거쳐 이용하는 의약품이다.

③ 약용 식물로부터 의약품을 개발하는 과정
약용 식물 효능 조사 → 약효 성분 추출 → 추출한 성분을 순수한 화합물로 분리 → 순수한 화합물 각각의 약효 조사 → 약효 있는 화합물의 대량 합성

(2) **합성 의약품** : 전통적으로 효능이 있던 성분에 대한 연구로부터 새롭게 합성한 의약품이다.

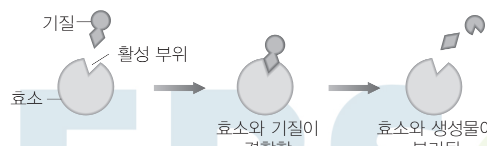
① 아스피린(아세틸 살리실산)
- 살리실산과 아세트산의 반응으로 합성된다.
- 해열제 및 진통제로 쓰이고, 혈액이 응고되는 것을 막는 효능이 있으며, 뇌졸중과 심장병을 예방하는 데에도 이용된다.

② 페니실린
- 푸른곰팡이에서 생성되는 페니실린이 세균의 증식을 방해한다는 것을 알고 합성한 의약품이다.
- 염증, 폐렴, 독감, 결핵 치료에 이용된다.
- 항생제의 사용이 늘어나면 항생제에 내성을 갖는 변형균이 생기는 문제점이 있다.

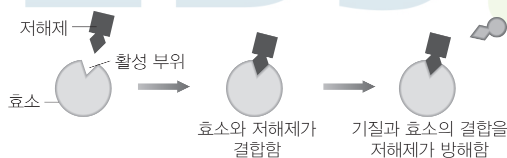
2 신약 개발

(1) **효소 반응 저해 원리**

① 효소 · 기질 반응 : 효소와 기질은 특이적인 입체 구조를 가지기 때문에 하나의 효소는 특정한 기질에만 작용한다.



② 효소 반응 저해 원리 : 기질이 결합한 효소의 활성 부위에 저해제가 결합하여 기질의 결합을 방해한다.



③ 효소 반응 저해 원리를 이용하여 만들어진 의약품에는 조류 인플루엔자 치료제인 타미플루, 항암제 등이 있다.

(2) **신약 개발 과정**
효소 분리 → 분자 모델링 → 합성 → 임상 시험 → 허가 → 판매

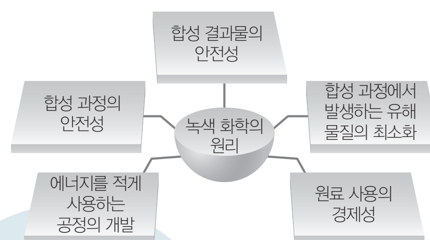
3 녹색 화학

(1) **녹색 화학**

① 녹색 화학의 정의 : 녹색 화학은 사람이나 환경에 해로운 물질의 사용과 생성을 줄이거나 없애는 환경 친화적 화학이다.

② 녹색 화학의 목표
- 생성물의 수득률이 최대가 되는 반응과 공정 개발
- 가능한 한 안전하고 환경 친화적인 물질 사용
- 에너지 효율이 높은 과정 개발
- 폐기물 발생의 최소화

③ 녹색 화학의 원리



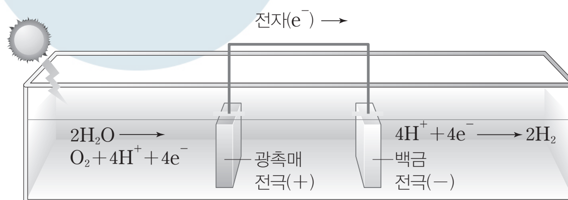
④ 녹색 화학의 이용 예
- 생분해성 플라스틱 : 식물의 전분과 콩의 단백질 등을 이용한 생합성 방법으로 만들어진 플라스틱이다. 미생물에 의해 쉽게 분해되므로 인체와 환경에 해가 적다.
- 복분해 반응과 촉매 개발 : 탄소 원자 간 2중 결합을 포함하는 물질의 복분해 반응에서 촉매를 개발하여 사용함으로써 낮은 온도에서 다양한 화합물을 합성하고 폐기물의 양을 최소화한다.



(2) **친환경 에너지** : 화석 연료를 대체할 에너지원으로, 태양, 풍력, 수력, 조력, 지열의 청정 에너지와 수소 에너지, 바이오매스 등이 있다.

① 수소 에너지 : 연소 시 발열량이 크고 오염 물질을 배출하지 않는다.

② 물의 광분해
- 태양 에너지를 이용하여 물을 분해함으로써 수소를 얻는다.
- 식물의 광합성 과정에서 엽록소에서 흡수된 빛에너지에 의해 물이 전자와 수소 이온, 산소 기체로 분해되는 반응이다.



- 엽록소를 대신할 물질로 광촉매나 반도체성 광전극을 개발하여 물을 광분해하면 수소 기체를 얻을 수 있다.
- 전기 분해보다 에너지 효율이 높다.

접근 전략 / 간략 풀이

접근 전략 | 화석 연료가 연소될 때 이산화 탄소(CO_2)가 생성되며, CO_2는 온실 기체의 한 종류임을 알아야 한다.

간략 풀이 | ①, ② He과 N_2는 상온에서 거의 반응하지 않는 기체이다.

③ O_2는 연소 후 생성되지 않는다.

④ CO_2는 화석 연료의 연소 과정에서 다량 배출되는 온실 가스이다.

⑤ CaO은 $CaCO_3$의 열분해를 통해 얻을 수 있으며, 탈황 장치에서 황산화물을 제거하는 데 사용된다.

정답 | ④

테마 대표 문제

THEME 18

다음은 자원의 활용에 대한 설명이다. | 2016 대수능 |

> 화석 연료의 연소 과정에서 다량 배출되어 온실 효과를 일으키는 (가) 을/를 회수하여 자원으로 활용하는 기술이 개발되고 있다.

(가)에 가장 적절한 물질은?

① He ② N_2 ③ O_2
④ CO_2 ⑤ CaO

유사점과 차이점 / 배경 지식

유사점과 차이점 | 어떤 개념에 대한 내용으로부터 그 개념을 찾아내는 문제의 유형은 유사하지만, 테마 대표 문제에서는 자원의 활용에 대해서 묻고 있고 닮은 꼴 문제에서는 친환경 에너지원에 대해 묻고 있는 점이 다르다.

배경 지식 |

• 수소 에너지

다른 물질에 비해 발열량이 크고 연소 시 물이 생성되므로 오염 물질을 배출하지 않는다.

• 물의 광분해

엽록소는 식물의 광합성 과정에서 흡수된 빛을 이용하여 물을 광분해하지만, 엽록소와 유사한 기능을 하는 광촉매는 태양광 에너지를 이용하여 물을 광분해한다.

닮은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 65쪽

다음은 친환경 에너지원에 대한 내용이다. 6066-0268

> 엽록소를 대신하여 광촉매나 반도체성 광전극을 사용하여 물을 광분해하면 (가) 기체를 얻을 수 있다. (가) 은/는 다른 연료에 비해 발열량이 크고 연소 시 오염 물질을 배출하지 않는다.

(가)에 가장 적절한 물질은?

① H_2 ② O_2 ③ N_2
④ CO_2 ⑤ CH_4

01

6066-0269

그림은 천연 의약품의 재료가 되는 식물을 나타낸 것이다.


산삼


감초

2가지 재료의 특징으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 자연의 물질을 그대로 사용할 수 있다.
ㄴ. 천연 상태의 물질이므로 부작용이 없다.
ㄷ. 대량 생산이 가능하여 안정적으로 공급할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0270

다음은 2가지 의약품에 대한 내용이다.

(가) 푸른곰팡이에서 우연히 발견되었으며, 오남용으로 약품에 대해 내성을 갖는 병원균이 생길 수 있다.
(나) 버드나무 껍질에서 추출한 살리실산을 아세트산과 반응시켰을 때 생성되며, 해열 및 진통제로 사용된다.

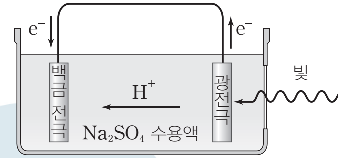
(가)와 (나)에 해당하는 합성 의약품으로 옳은 것은?

	(가)	(나)
①	아스피린	페니실린
②	아스피린	타미플루
③	페니실린	아스피린
④	페니실린	타미플루
⑤	타미플루	아스피린

03

6066-0271

그림은 물의 광분해 장치의 구조를 간단하게 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 전기 분해보다 에너지 효율성이 크다.
ㄴ. 광전극에서 산화 반응이 일어난다.
ㄷ. 백금 전극에서 발생하는 기체는 청정 에너지원으로 사용된다.

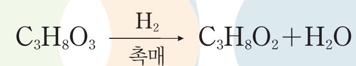
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0272

다음은 자동차 부동액으로 사용되는 프로필렌 글라이콜($C_3H_8O_2$)을 생성하는 일련의 과정이다.

(가) 식물성 기름이나 동물성 지방으로부터 바이오 디젤을 생성할 때 부산물로 글리세린이 생성된다.
(나) (가)에서 부산물로 생성된 글리세린($C_3H_8O_3$)으로부터 프로필렌 글라이콜($C_3H_8O_2$)을 생성한다.



$$C_3H_8O_3 \xrightarrow[\text{촉매}]{H_2} C_3H_8O_2 + H_2O$$

(가), (나)에 관련된 녹색 화학의 원리만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 원료 사용의 경제성
ㄴ. 에너지를 적게 사용하는 공정의 개발
ㄷ. 합성 과정에서 발생하는 폐기물의 최소화

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05
녹색 화학의 목표는 폐기물 발생을 (최대화/최소화)하고, 생성물의 수득률을 (높이는/낮추는) 것이다.

05

6066-0273

다음은 2가지 화학 반응에 대한 설명과 이에 관한 세 학생의 대화이다.

(가) 식당에서 버려지는 식물성 기름을 모아 바이오 디젤 연료를 생산한다.
(나) $N_2(g)$와 $H_2(g)$를 반응시켜 $NH_3(g)$를 합성할 때, Fe 촉매를 사용하여 낮은 온도에서도 $NH_3(g)$를 대량 생산할 수 있게 되었다.

영희: (가)는 부족한 에너지 문제를 해결하는 데 기여할 수 있어.
철수: (나)에서 NH_3를 생성할 때 Fe의 질량은 감소해.
민수: (나)는 에너지를 적게 사용하는 공정 개발과 관련이 있어.

제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① 영희 ② 민수 ③ 영희, 철수
④ 영희, 민수 ⑤ 철수, 민수

06
신약 개발 과정에서 (　　) 실험을 통해 약효 및 안전성을 검사하고, (　　) 시험을 통해 인체에 대한 부작용 및 독성 등을 조사한다.

06

6066-0274

그림은 신약 개발 과정을 나타낸 것이다.

의약품 설계 (가) → 의약품 합성 → 동물 실험 (나) → 임상 시험 (다) → 허가 및 시판

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)에서 질병과 관련된 효소의 활성 부위의 구조를 조사한다.
ㄴ. (나)에서 인체에 대한 부작용 및 독성 등을 알아낸다.
ㄷ. (나)의 결과에 따라 (다)를 생략할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답
05 최소화, 높이는
06 동물, 임상

07

6066-0275

다음은 에너지원으로 사용되는 물질 X를 얻는 2가지 방법에 대한 설명이다.

(가) 음식물 쓰레기나 가축의 분뇨에서 발생하는 메테인(CH_4)을 모은 후, $CH_4(g)$을 니켈(Ni) 촉매 하에 분해하여 얻는다.
(나) 엽록소와 같은 역할을 하는 광촉매를 사용하여 물을 광분해하여 얻는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. X는 연소 시 오염 물질을 배출하지 않는다.
ㄴ. (가)에서 Ni은 활성화 에너지를 낮춘다.
ㄷ. (나)는 물의 전기 분해보다 에너지 효율이 높다.

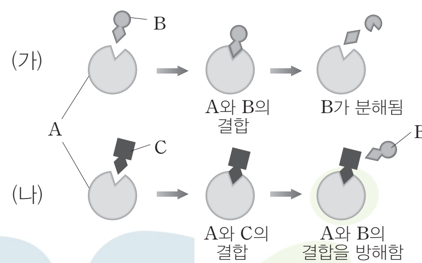
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07
(　　)는 물의 광분해로 대량 생산이 가능한 청정 에너지원으로, 발열량이 크고 연소 시 (　　)이 생성되어 환경 오염 물질을 배출하지 않는다.

08

6066-0276

그림 (가)와 (나)는 효소 • 기질 반응과 효소 • 저해제 반응의 원리를 나타낸 것이다.



다음은 새로 개발된 항암제에 대한 설명이다.

새로 개발된 항암제는 암세포가 증식하는 과정에 작용하는 효소의 활성 부위에 결합하여 암세포의 증식을 억제한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A와 B 또는 C의 반응은 온도와 pH의 영향을 받지 않는다.
ㄴ. 새로 개발된 항암제는 C에 해당한다.
ㄷ. B와 C가 결합하는 A의 활성 부위는 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08
기질이 결합할 수 있는 효소의 활성 부위에 (　　)가 결합하여 기질의 결합을 방해한다.

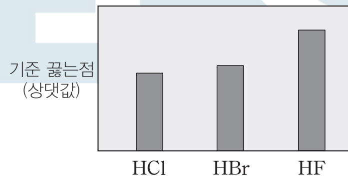
정답
07 수소(H_2), 물(H_2O)
08 저해제

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점입니다.

01

6066-0277

그림은 2~4주기 할로젠 원소의 수소 화합물의 기준 끓는점을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 분자의 쌍극자 모멘트의 크기는 HF > HCl > HBr이다.)

보기

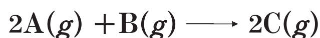
ㄱ. 분자의 극성이 클수록 끓는점이 높다.
ㄴ. HBr가 HCl보다 끓는점이 높은 것은 쌍극자·쌍극자 힘이 크기 때문이다.
ㄷ. HF가 HBr보다 끓는점이 높은 것은 수소 결합이 주요 원인이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

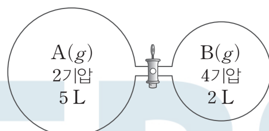
6066-0278

다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 화학 반응식이다.



$$2A(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$$

그림은 기체 A와 B가 콕으로 연결된 두 용기에 들어 있는 모습을 나타낸 것이다.



콕을 열어 반응을 완결시킨 후에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응 전과 후 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.)

보기

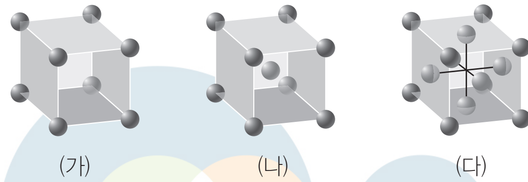
ㄱ. 전체 압력은 2기압보다 크다.
ㄴ. C의 몰 분율은 $\frac{10}{13}$이다.
ㄷ. B의 부분 압력은 $\frac{8}{7}$기압이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0279

그림 (가)~(다)는 금속의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



다음은 금(Au), 나트륨(Na), 폴로늄(Po)의 결정 구조에 관한 자료이다. 금, 나트륨, 폴로늄은 각각 (가)~(다) 중 하나의 결정 구조를 갖는다.

[자료]
○ 단위세포에 포함된 원자 수는 금이 나트륨의 2배이다.
○ 한 원자와 가장 인접한 원자 수는 금이 폴로늄의 2배이다.

금, 나트륨, 폴로늄의 결정 구조를 바르게 짝지은 것은?

	금	나트륨	폴로늄
①	(가)	(나)	(다)
②	(나)	(가)	(다)
③	(나)	(다)	(가)
④	(다)	(가)	(나)
⑤	(다)	(나)	(가)

04

6066-0280

표는 용질 X와 Y를 녹인 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)와 (나)의 몰랄 농도는 같다.

수용액	물의 질량(g)	용질	용질의 질량(g)
(가)	100	X	6
(나)	50	Y	9

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

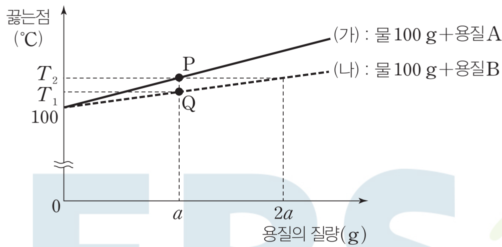
ㄱ. 화학식량은 Y가 X의 3배이다.
ㄴ. 퍼센트 농도는 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. 용질의 몰 분율은 (가)와 (나)가 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0281

그림은 1기압에서 물 100 g에 용질 A와 B의 질량을 달리하면서 각각 녹였을 때 용질의 질량에 따른 용액의 끓는점을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이다.) [3점]

보기

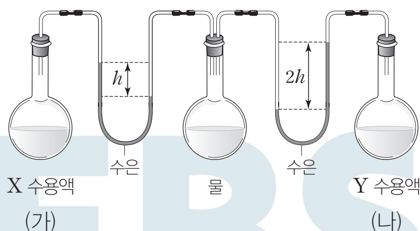
ㄱ. 용액의 증기압은 P가 Q보다 크다.
ㄴ. 분자량은 B가 A의 2배이다.
ㄷ. $2T_1 = T_2 + 100$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0282

그림은 25℃에서 물 100 g에 같은 질량의 용질 X와 Y를 각각 녹인 수용액 (가)와 (나)를 넣은 플라스크를 물이 들어 있는 플라스크에 연결한 후 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다. 25℃에서 물의 증기압은 a mmHg이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이고, 용액은 라울 법칙을 따른다.)

보기

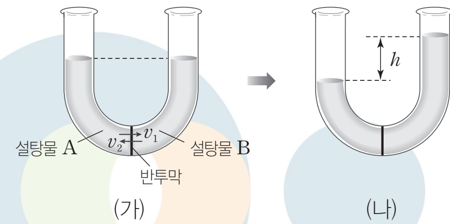
ㄱ. (가)의 증기압은 $(a-h)$ mmHg이다.
ㄴ. 용질의 몰 분율은 (나)가 (가)의 2배이다.
ㄷ. 분자량은 Y가 X보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0283

그림 (가)와 같이 농도가 다른 설탕물 A와 B를 반투막으로 분리된 U자관에 수면의 높이가 같도록 넣었더니, 충분한 시간이 지난 후 (나)와 같이 수면의 높이가 달라졌다. v_1과 v_2는 물 분자의 이동 속도를 나타낸다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

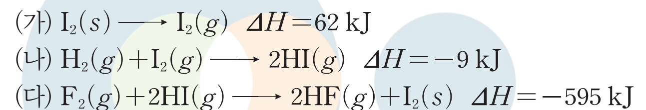
ㄱ. v_1이 v_2보다 빠르다.
ㄴ. (가)에서 단위 부피당 설탕 분자 수는 A가 B보다 많다.
ㄷ. (나)에서 물 분자는 반투막을 통해 이동하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0284

다음은 25℃, 1기압에서 3가지 열화학 반응식을 나타낸 것이다.


(가) $I_2(s) \longrightarrow I_2(g)$ $\Delta H = 62$ kJ
(나) $H_2(g) + I_2(g) \longrightarrow 2HI(g)$ $\Delta H = -9$ kJ
(다) $F_2(g) + 2HI(g) \longrightarrow 2HF(g) + I_2(s)$ $\Delta H = -595$ kJ

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃, 1기압에서 I_2은 고체 상태이다.) [3점]

보기

ㄱ. $I_2(s)$의 승화 엔탈피(ΔH)는 62 kJ/몰이다.
ㄴ. $HI(g)$의 생성 엔탈피(ΔH_f)는 -4.5 kJ/몰이다.
ㄷ. $HF(g)$의 생성 엔탈피(ΔH_f)는 -288.5 kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09
6066-0285

다음은 25℃에서 3가지 열화학 반응식을 나타낸 것이다.

(가) $2NO(g) \longrightarrow N_2(g)+O_2(g)$ $\Delta H=-180$ kJ
(나) $2NO_2(g) \longrightarrow 2NO(g)+O_2(g)$ $\Delta H=114$ kJ, $\Delta S=a$
(다) $2NO_2(g) \longrightarrow N_2(g)+2O_2(g)$ $\Delta H=b$, $\Delta G=c$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. $a>0$이다.
ㄴ. $b=-66$ kJ이다.
ㄷ. $c<0$이다.

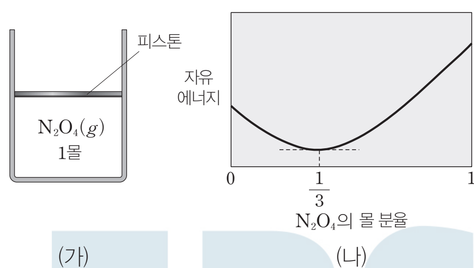
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10
6066-0286

다음은 NO_2가 반응하여 N_2O_4가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.


$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ $\Delta H<0$, ΔG

그림 (가)는 온도 T에서 실린더에 1몰의 $N_2O_4(g)$를 넣어 준 초기 상태를, (나)는 이 반응에서 N_2O_4의 몰 분율에 따른 자유 에너지를 나타낸 것이다.



(가) (나)

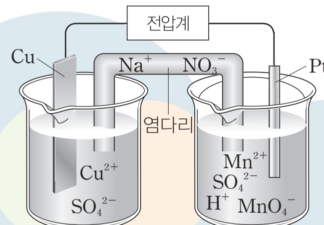
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

보기
ㄱ. (가)에서 $\Delta G<0$이다.
ㄴ. 평형 상태에서 NO_2의 몰수는 2몰이다.
ㄷ. 평형 상태에서 용기의 온도를 높이면 N_2O_4의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$보다 작아진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11
6066-0287

그림은 구리(Cu)와 백금(Pt)을 전극으로 하는 화학 전지를, 표는 25℃에서 이 전지와 관련된 반쪽 반응의 표준 환원 전위(E°)를 나타낸 것이다.



반쪽 반응	E°(V)
$Cu^{2+}+2e^- \longrightarrow Cu$	+0.34
$MnO_4^-+8H^++5e^- \longrightarrow Mn^{2+}+4H_2O$	+1.51

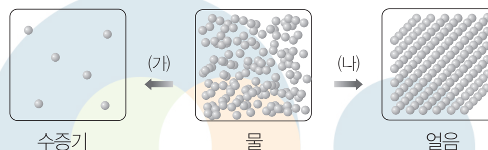
이 전지에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. 시간이 지남에 따라 Cu의 질량은 증가한다.
ㄴ. 시간이 지남에 따라 MnO_4^-의 농도는 감소한다.
ㄷ. 표준 전지 전위($E^\circ_{전지}$)는 +1.32 V이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12
6066-0288

그림에서 (가)는 물(H_2O)이 수증기가 될 때, (나)는 물이 얼음이 될 때의 상변화를 입자 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 계는 닫힌계이다.)

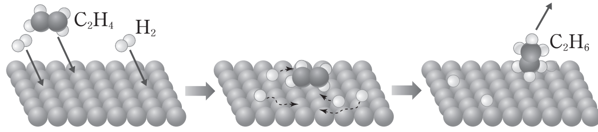
보기
ㄱ. (가)에서 계의 엔탈피와 엔트로피는 모두 증가한다.
ㄴ. (나)에서 계와 주위의 엔트로피는 모두 증가한다.
ㄷ. 25℃, 1기압에서 (나)의 엔트로피 변화는 $|\Delta S_{계}|<|\Delta S_{주위}|$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

6066-0289

다음은 $C_2H_4(g)$과 $H_2(g)$가 금속 백금(Pt) 표면에 흡착하여 $C_2H_6(g)$의 생성이 촉진되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

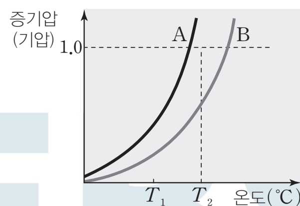
ㄱ. 백금 표면에서 H_2 분자의 H−H 결합이 끊어진다.
ㄴ. 백금은 $C_2H_4(g)+H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$ 반응의 활성화 에너지를 감소시킨다.
ㄷ. 백금을 사용하면 $C_2H_4(g)+H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$ 반응의 반응 속도 상수(k)가 커진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6066-0290

그림은 액체 A와 B의 증기 압력 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

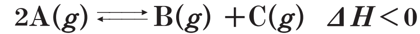
ㄱ. 1기압에서 끓는점은 B가 A보다 높다.
ㄴ. T_1℃, 증기 압력이 평형인 상태에서 단위 면적당 응축 속도는 A가 B보다 빠르다.
ㄷ. T_2℃, 1기압에서 A는 액체 상태로 존재한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

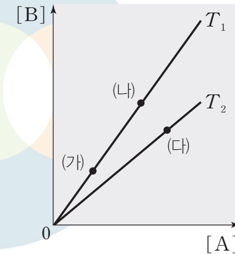
6066-0291

다음은 기체 A에서 기체 B와 C가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$2A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g) \quad \Delta H < 0$$

그림은 온도 T_1과 T_2에서 반응 용기에 A를 넣고 반응시켜 각각 평형 상태에 도달했을 때 A의 농도에 따른 B의 농도를 나타낸 것이다. 평형 상태에서 C의 농도는 B의 농도와 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

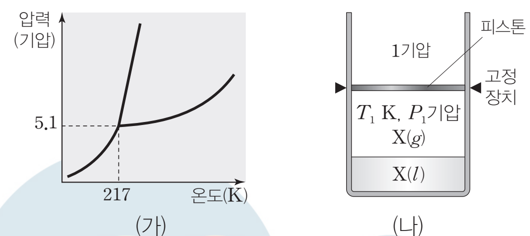
ㄱ. $\frac{[B]^2}{[A]^2}$의 값은 (나)에서가 (가)에서보다 크다.
ㄴ. 평형 상수(K)는 (가)가 (다)보다 크다.
ㄷ. T_1은 T_2보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

6066-0292

그림 (가)는 물질 X에 대한 고체, 액체, 기체의 상평형 그림을, (나)는 실린더에 액체 X를 넣고 피스톤을 고정시켰을 때 T_1 K, P_1기압에서 X가 평형 상태에 있는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

보기

ㄱ. T_1은 217보다 작다.
ㄴ. P_1은 5.1보다 크다.
ㄷ. (나)에서 고정 장치를 제거하고 피스톤을 눌러 기체의 부피를 줄인 후, 새로운 평형 상태에 도달했을 때 X(g)의 압력은 P_1기압보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

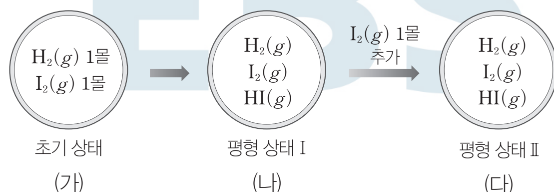
6066-0293

다음은 $H_2(g)$와 $I_2(g)$이 반응하여 $HI(g)$가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서의 평형 상수(K)이다.



$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g) \quad K=64$$

그림 (가)는 온도 T에서 강철 용기에 $H_2(g)$와 $I_2(g)$이 들어 있는 것을, (나)는 반응이 진행되어 평형 상태 Ⅰ에 도달한 것을, (다)는 평형 상태 Ⅰ에서 $I_2(g)$ 1몰을 추가하여 새로운 평형 상태 Ⅱ에 도달한 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

보기

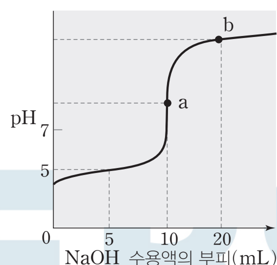
ㄱ. (나)에서 H_2의 몰수는 0.2몰이다.
ㄴ. (나)에서 HI의 몰 분율은 0.8이다.
ㄷ. 혼합 기체의 압력은 (다)에서가 (나)에서의 $\frac{4}{3}$배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

6066-0294

그림은 25℃에서 산 $HA(aq)$ 10 mL를 1 M $NaOH(aq)$으로 적정한 중화 적정 곡선이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1.0×10^{-14}이다.) [3점]

보기

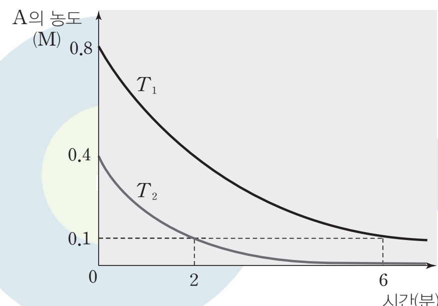
ㄱ. A^-의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-9}이다.
ㄴ. a에서 $[Na^+]<[A^-]$이다.
ㄷ. b에서 $[OH^-]=0.5$ M이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

6066-0295

그림은 1차 반응 $2A(g) \longrightarrow B(g)$에 대하여 온도 T_1과 T_2에서 반응 시간에 따른 A의 농도를 나타낸 것이다. 반응 속도 상수(k)는 반감기에 반비례한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

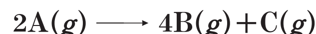
ㄱ. T_1에서 반감기는 2분이다.
ㄴ. $T_1>T_2$이다.
ㄷ. 2분일 때 반응 속도는 T_2에서가 T_1에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

6066-0296

다음은 기체 A가 기체 B와 C로 분해되는 반응의 화학 반응식이다.



$$2A(g) \longrightarrow 4B(g)+C(g)$$

표는 일정한 온도에서 $A(g)$를 1 L의 강철 용기에 넣고 반응시켰을 때, 시간에 따른 $A(g)$의 압력을 나타낸 것이다.

시간(분)	0	1	2	4
$A(g)$의 압력(기압)	P_0	$\frac{1}{2}P_0$	$\frac{1}{4}P_0$	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 반응 속도식은 $v=k[A]^2$이다.
ㄴ. ㉠은 $\frac{1}{16}P_0$이다.
ㄷ. 2분일 때 용기의 압력은 $\frac{17}{8}P_0$기압이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점입니다.

01

6066-0297

다음은 연료로 사용되는 어떤 기체를 얻는 2가지 방법을 설명한 것이다.

(가) 물을 전기 분해하여 얻을 수 있다.
(나) 엽록소와 유사한 기능을 하는 광촉매를 이용하여 물을 분해하면 얻을 수 있다.

이 기체 연료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 저장하고 운반하기 편리하다.
ㄴ. 단위 질량당 에너지 생산량이 석탄보다 크다.
ㄷ. 연소 생성물이 물이므로 대기 오염 물질을 배출하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0298

표는 2~3주기 원소 A~D의 수소 화합물에 대한 자료이다.

분자식	AH_4	BH_3	H_2C	H_2D
분자량(상댓값)	8	17	17	x
기준 끓는점(℃)	y	−87.7	−60	100

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

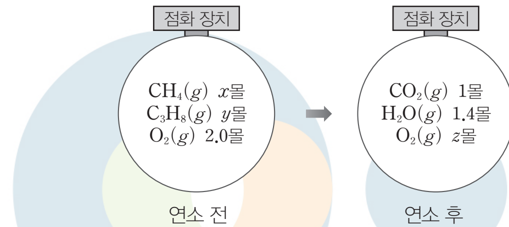
보기
ㄱ. x는 17보다 크다.
ㄴ. y는 −87.7보다 작다.
ㄷ. BH_3는 분자 사이에 수소 결합을 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0299

그림은 메테인(CH_4), 프로페인(C_3H_8)과 산소(O_2)를 강철 용기에 넣고 연소시키기 전과 후에 기체의 몰수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연소 전과 후에 온도의 변화는 없다.)

보기
ㄱ. 연소 전 $x : y = 1 : 2$이다.
ㄴ. 연소 후 $O_2(g)$의 몰 분율은 $\frac{1}{9}$이다.
ㄷ. 연소 후 용기 내 전체 압력은 연소 전 전체 압력의 $\frac{9}{8}$배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0300

표는 수용액 (가), (나)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)
용질의 종류와 분자량	포도당, 180	요소, 60
수용액의 양	100 g	100 mL
수용액의 농도	3%	0.5 M
수용액의 밀도	1.2 g/mL	1.1 g/mL

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

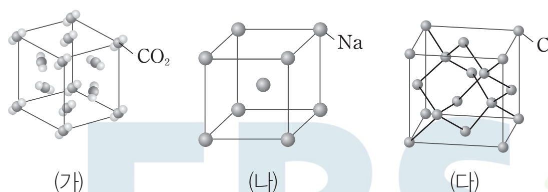
보기
ㄱ. (가)의 몰 농도는 (나)보다 작다.
ㄴ. (나)에 녹아 있는 요소는 3 g이다.
ㄷ. (나)의 몰랄 농도는 (가)의 3배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

6066-0301

그림은 3가지 고체 (가)~(다)의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



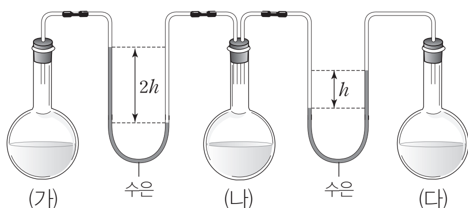
(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① (가)는 원자 결정이다.
② (나)의 단위세포에 포함된 Na은 2개이다.
③ (다)는 충격을 가하면 쉽게 부서진다.
④ (가)의 전기 전도성은 (나)보다 크다.
⑤ (나)와 (다)의 화학 결합의 종류는 같다.

06

6066-0302

그림은 3가지 수용액 (가)~(다)가 평형에 도달한 상태를, 표는 (가)~(다)에서 물 1 kg에 녹인 용질의 종류와 질량을 나타낸 것이다.



수용액	용질의 종류와 질량
(가)	A 90 g
(나)	A와 B 중 1가지 물질 90 g
(다)	A와 B 중 1가지 물질 180 g

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)의 온도는 모두 같고, 용질 A와 B는 비휘발성, 비전해질이며 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

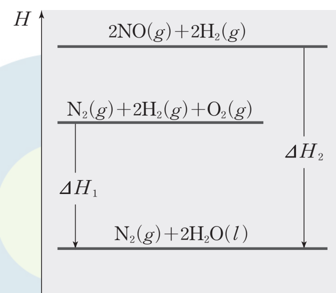
보기
ㄱ. (다)에 녹아 있는 용질은 B이다.
ㄴ. (다)의 몰랄 농도는 (나)의 2배이다.
ㄷ. 분자량은 B가 A보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0303

그림은 25℃, 1기압에서 질소(N_2) 및 수소(H_2)와 관련된 몇 가지 반응의 엔탈피 변화($\varDelta H$)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

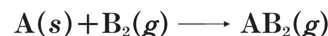
보기
ㄱ. $NO(g)$의 생성 엔탈피($\varDelta H$)는 $\frac{\varDelta H_1-\varDelta H_2}{2}$이다.
ㄴ. 물($H_2O(l)$)의 생성 엔탈피($\varDelta H$)는 $\varDelta H_2$이다.
ㄷ. $[H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)]$의 엔탈피($H$) 합은 $H_2O(l)$보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

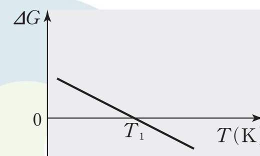
08

6066-0304

다음은 $A(s)$와 $B_2(g)$의 화학 반응식과 이 반응의 온도에 따른 자유 에너지 변화($\varDelta G$)를 나타낸 것이다.



$$A(s)+B_2(g) \longrightarrow AB_2(g)$$



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이며, 압력은 1기압으로 일정하다.)

보기
ㄱ. 계의 엔트로피(S)가 감소하는 반응이다.
ㄴ. 계의 엔탈피(H)는 증가한다.
ㄷ. T_1 K보다 높은 온도에서 이 반응은 자발적으로 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6066-0305

다음은 25℃, 1기압에서 일산화 탄소(CO)와 수소(H_2)의 열화학 반응식이다.



$$CO(g)+3H_2(g) \longrightarrow CH_4(g)+H_2O(l) \quad \Delta H$$

반응 엔탈피(ΔH)를 구하기 위해 필요한 값만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. $H_2(g)$의 연소 엔탈피
ㄴ. $CO(g)$의 생성 엔탈피
ㄷ. $CO_2(g)$의 생성 엔탈피
ㄹ. $CH_4(g)$의 생성 엔탈피
ㅁ. $CH_4(g)$의 연소 엔탈피

① ㄱ, ㄴ, ㄹ ② ㄱ, ㄴ, ㅁ ③ ㄱ, ㄷ, ㅁ
④ ㄴ, ㄷ, ㅁ ⑤ ㄷ, ㄹ, ㅁ

10

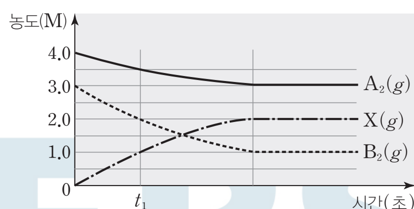
6066-0306

다음은 $A_2(g)$와 $B_2(g)$의 반응에 대한 화학 반응식이다.



$$A_2(g)+bB_2(g) \longrightarrow xX(g) \quad (b,\ x\text{는 반응 계수})$$

그림은 25℃일 때 부피가 1 L인 용기에서 $A_2(g)$와 $B_2(g)$가 반응하여 $X(g)$가 생성될 때 시간에 따른 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이고, 온도는 일정하다.) [3점]

보기

ㄱ. X의 분자식은 AB_2이다.
ㄴ. 25℃에서 평형 상수(K)는 $\frac{4}{3}$이다.
ㄷ. t_1에서 반응 지수(Q)는 1보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

6066-0307

표는 금속 A~C 및 수소(H)와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)이다.

반쪽 반응	$E°$(V)
$A^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow A(s)$	−0.76
$2H^+(aq)+2e^- \longrightarrow H_2(g)$	0.00
$B^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow B(s)$	+0.34
$C^+(aq)+e^- \longrightarrow C(s)$	+0.80

금속 A~C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

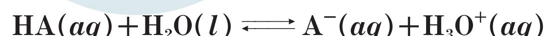
ㄱ. 가장 산화되기 쉬운 금속은 A이다.
ㄴ. 묽은 염산과 반응하여 수소 기체를 발생시키는 금속은 2가지이다.
ㄷ. $A(s)+2C^+(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq)+2C(s)$ 반응의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는 +0.84 V이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

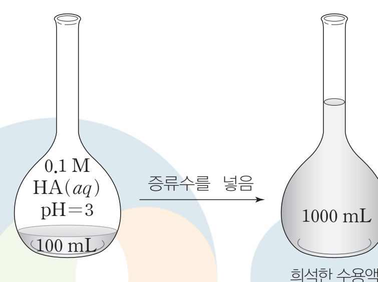
6066-0308

다음은 산 HA의 이온화 반응식이다.



$$HA(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq)+H_3O^+(aq)$$

그림은 0.1 M HA(aq) 100 mL에 증류수를 넣어 1000 mL로 만드는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 용액과 증류수의 온도는 25℃이고, 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

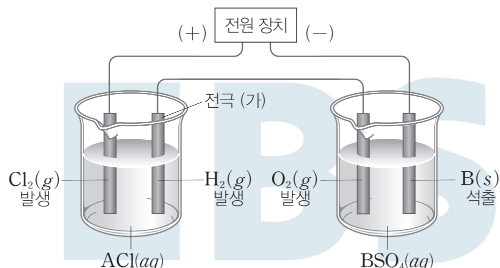
보기

ㄱ. HA의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-3}이다.
ㄴ. 희석한 수용액의 pH는 3보다 크다.
ㄷ. A^-의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-9}이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13
6066-0309

그림은 일정한 온도에서 $ACl(aq)$과 $BSO_4(aq)$을 전기 분해했을 때 생성된 물질을 나타낸 것이다. A와 B는 임의의 금속 원소이다.



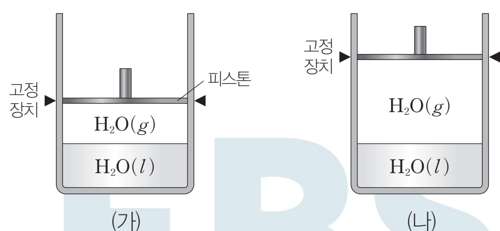
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. 전극 (가)에서 물($H_2O(l)$)이 환원되었다.
ㄴ. 생성된 $Cl_2(g)$와 $O_2(g)$의 몰수는 같다.
ㄷ. 반응 $2A^+(aq)+B(s) \longrightarrow 2A(s)+B^{2+}(aq)$의 자유 에너지 변화($\Delta G$)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14
6066-0310

그림 (가)와 (나)는 25°C에서 동일한 종류의 실린더에 진공 상태에서 일정량의 $H_2O(l)$을 넣은 후 피스톤을 각각 다른 위치에 고정시켰을 때 $H_2O(l)$과 $H_2O(g)$가 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



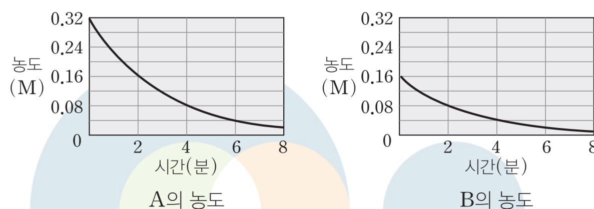
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. 실린더 내 압력은 (가)가 (나)보다 작다.
ㄴ. $H_2O(g)$ 분자 수는 (가)가 (나)보다 작다.
ㄷ. (가)에서 $H_2O(g) \longrightarrow H_2O(l)$ 반응의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15
6066-0311

그림은 강철 용기에서 $2A(g)+B(g) \longrightarrow 2C(g)$ 반응이 진행될 때 시간에 따른 A와 B의 농도를 각각 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응이 진행되는 동안 온도는 일정하다.)

보기
ㄱ. 반응 속도식은 $v=k[A]^2[B]$이다.
ㄴ. 8분일 때 반응 속도는 4분일 때 반응 속도의 $\frac{1}{16}$배이다.
ㄷ. 10분일 때 C의 농도는 0.31 M이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

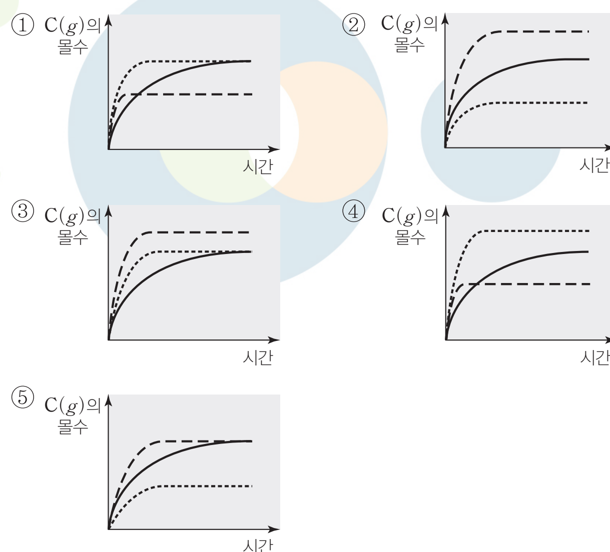
16
6066-0312

다음은 $A(g)$와 $B(g)$가 반응하여 $C(g)$가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$A(g)+3B(g) \rightleftarrows 2C(g) \quad \Delta H<0$$

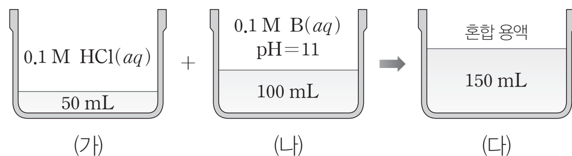
이 반응에서 반응물의 초기 농도는 일정하게 하고 온도만 T_1에서 T_2로 높였을 때와, 온도는 T_1이고 정촉매를 첨가하였을 때 시간에 따른 생성물 $C(g)$의 몰수를 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, ──는 T_1에서 촉매가 없을 때, --- 는 온도를 T_2로 높였을 때, ······ 는 정촉매를 첨가했을 때를 나타낸다.)



17

6066-0313

그림은 0.1 M HCl(aq)과 0.1 M 염기 B(aq)을 섞어 혼합 용액 150 mL를 만드는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 수용액의 온도는 25℃이고, 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.) [3점]

보기

ㄱ. (가)에서 H^+(aq)의 몰수는 0.1몰이다.

ㄴ. (나)에서 B(aq)의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-5}이다.

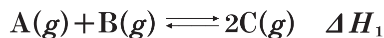
ㄷ. (다)에서 수용액의 pH는 10이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

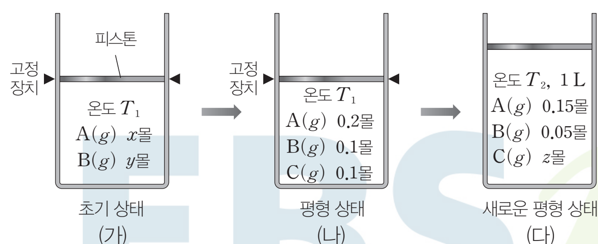
6066-0314

다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad \Delta H_1$$

그림 (가)는 온도 T_1에서 A(g)와 B(g)가 들어 있는 초기 상태를, (나)는 반응이 진행되어 평형에 도달한 상태를, (다)는 고정 장치를 제거하고 온도를 T_2로 올려 새로운 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, T_1, T_2는 절대 온도이다.) [3점]

보기

ㄱ. (가)에서 몰수 비는 A(g) : B(g)=5 : 3이다.

ㄴ. (다)에서 평형 상수(K)는 $\frac{16}{3}$이다.

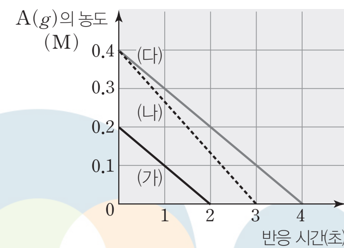
ㄷ. ΔH_1은 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

6066-0315

그림은 초기 농도와 온도를 다르게 하였을 때 A(g)가 분해되는 반응 시간에 따른 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응이 일어나는 동안 온도는 일정하다.)

보기

ㄱ. A(g)의 분해 반응에서 반감기는 일정하다.

ㄴ. 처음 2초간 (가)와 (다)의 반응 속도는 같다.

ㄷ. (나)의 온도가 (다)보다 높다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

6066-0316

다음은 기체의 부피와 압력의 관계를 알아보기 위한 실험이다.

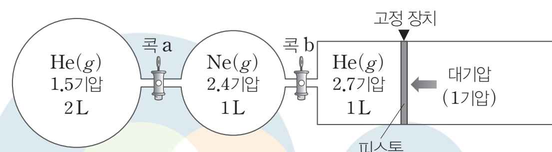
[실험 과정 및 결과]

(가) 그림과 같이 콕으로 연결된 2개의 유리구와 실린더에 기체를 넣는다.

(나) 콕 a를 열고 충분한 시간이 흐른 뒤 내부 압력을 측정하였더니 P_1기압이었다.

(다) 콕 b를 열고 충분한 시간이 흐른 뒤 내부 압력을 측정하였더니 P_2기압이었다.

(라) 고정 장치를 풀었더니 피스톤이 오른쪽으로 이동하여 부피가 x L만큼 증가하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

보기

ㄱ. (나)에서 충분한 시간이 흐른 뒤 He의 부분 압력은 1.0기압이다.

ㄴ. (다)에서 Ne의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$보다 크다.

ㄷ. (라)에서 x=4.1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점입니다.

01

6066-0317

그림은 일반적인 신약 개발의 과정을 도식적으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

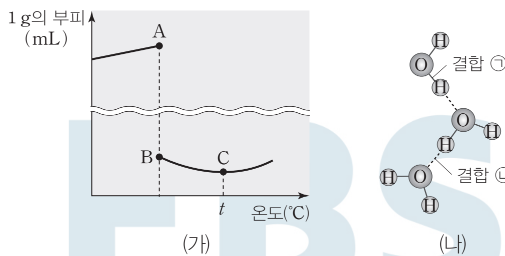
ㄱ. ㉠은 반응의 활성화 에너지를 변화시키는 촉매로 작용한다.
ㄴ. ㉡ 과정에서 인체에 대한 부작용 및 안전성을 검사한다.
ㄷ. ㉢ 과정에서 정부 기관으로부터 허가를 받는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0318

그림 (가)는 1기압에서 H_2O의 온도에 따른 부피를, (나)는 H_2O 분자의 결합 모형을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

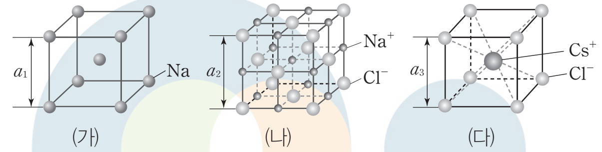
ㄱ. $t=0$이다.
ㄴ. A에서 B로 될 때 결합 ㉠의 수가 감소한다.
ㄷ. B에서 C로 될 때 결합 ㉡의 수가 감소한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0319

그림은 3가지 고체의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 단위세포는 한 변의 길이가 각각 a_1~a_3인 정육면체이다.



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

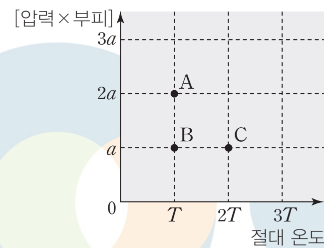
ㄱ. 고체 상태에서 전기 전도성이 있는 것은 3가지이다.
ㄴ. (가)와 (다)의 단위세포 내 총 입자 수는 같다.
ㄷ. (나)와 (다)의 단위세포 내 음이온 수는 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0320

그림은 같은 질량의 기체 A~C에 대한 절대 온도와 [압력×부피]를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

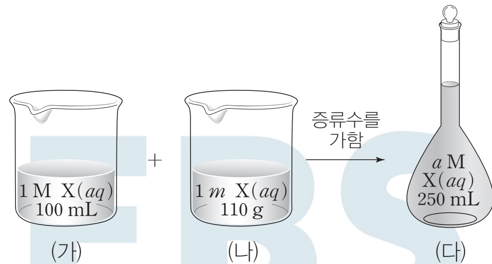
ㄱ. 몰수 비는 A : C=4 : 1이다.
ㄴ. 분자량 비는 B : C=1 : 2이다.
ㄷ. 평균 운동 속력은 A와 B가 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 6066-0321

그림은 2가지 X 수용액 (가)와 (나)를 혼합한 후 증류수를 가하여 수용액 (다)를 만든 것을 나타낸 것이다. 수용액 (가)와 (다)의 밀도는 각각 1.10 g/mL, 1.08 g/mL이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X의 화학식량은 100이고, (가)~(다)의 온도는 같다.) [3점]

보기

ㄱ. 몰 농도는 (가)와 (나)가 같다.
ㄴ. $a=0.8$이다.
ㄷ. 몰랄 농도의 비는 (가) : (다)=5 : 4이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 6066-0322

표는 1기압에서 물 100 g에 용질의 종류와 질량을 달리하여 녹인 3가지 수용액의 어는점을 나타낸 것이다.

수용액	녹인 용질의 종류와 질량	어는점(℃)
(가)	X(s) 12 g	$-3a$
(나)	Y(s) 12 g	$-a$
(다)	X(s) 18 g, Y(s) 6 g	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이고 서로 반응하지 않으며, Y의 분자량은 180이다.) [3점]

보기

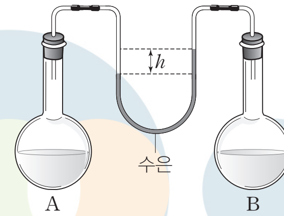
ㄱ. (가)의 몰랄 농도는 2 m이다.
ㄴ. 물의 몰랄 내림 상수(K_f)는 $1.5a$ ℃/m이다.
ㄷ. ㉠$=-5a$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 6066-0323

그림은 일정 온도에서 2개의 플라스크에 10% 요소 수용액과 10% 포도당 수용액을 각각 100 g씩 넣고 평형에 도달하였을 때 수은 기둥의 높이 차가 생긴 것을 나타낸 것이다. 수용액 A와 B는 각각 10% 요소 수용액과 10% 포도당 수용액 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 분자량은 포도당이 요소보다 크고, 용액은 라울 법칙을 따른다.)

보기

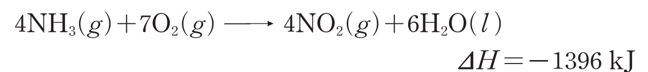
ㄱ. 증기 압력 내림은 A에서가 B에서보다 크다.
ㄴ. A는 포도당 수용액이다.
ㄷ. A의 온도를 올려 주면 h는 작아진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

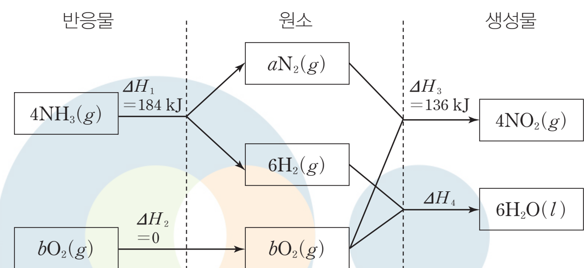
08

▶ 6066-0324

다음은 25℃에서 암모니아의 연소 반응의 열화학 반응식과 이 반응에서 반응물을 가장 안정한 상태의 원소로 분해한 후, 그 원소들로부터 생성물을 만드는 경로를 나타낸 것이다.



$$4NH_3(g)+7O_2(g) \longrightarrow 4NO_2(g)+6H_2O(l) \quad \Delta H=-1396\text{ kJ}$$



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $a+b=9$이다.
ㄴ. $NO_2(g)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 136 kJ/몰이다.
ㄷ. $\Delta H_4=-1716$ kJ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

6066-0325

그림은 닫힌계에서 $H_2(g)$와 $Cl_2(g)$가 $HCl(g)$를 생성하는 반응의 모형을, 표는 몇 가지 결합의 결합 에너지를 나타낸 것이다.

결합	결합 에너지(kJ/몰)
H−H	436
Cl−Cl	243
H−Cl	432

이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응의 반응 엔트로피(ΔS)는 0보다 크다.)

보기

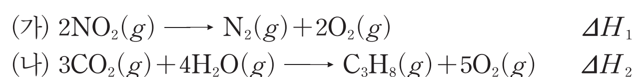
ㄱ. 반응 엔탈피(ΔH)는 0보다 작다.
ㄴ. 주위의 엔트로피는 감소한다.
ㄷ. 온도에 관계없이 항상 자발적으로 일어난다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

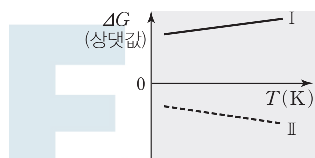
10

6066-0326

다음은 2가지 반응 (가)와 (나)의 열화학 반응식이다.


(가) $2NO_2(g) \longrightarrow N_2(g)+2O_2(g)$ ΔH_1
(나) $3CO_2(g)+4H_2O(g) \longrightarrow C_3H_8(g)+5O_2(g)$ ΔH_2

그림은 (가), (나)의 절대 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)를 나타낸 것이다. Ⅰ, Ⅱ는 각각 (가), (나) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

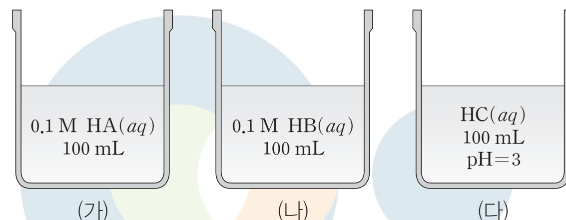
ㄱ. Ⅰ은 반응 (가)에 해당한다.
ㄴ. ΔH_1과 ΔH_2의 부호는 같다.
ㄷ. 반응의 자발성 여부는 (가)와 (나) 모두 온도와 관계가 없다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

6066-0327

그림은 25°C에서 3가지 산 수용액 $HA(aq)$, $HB(aq)$, $HC(aq)$을 나타낸 것이다. HA, HB의 이온화도(α)는 각각 1이고, 25°C에서 HC의 이온화 상수(K_a)는 1.0×10^{-5}이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

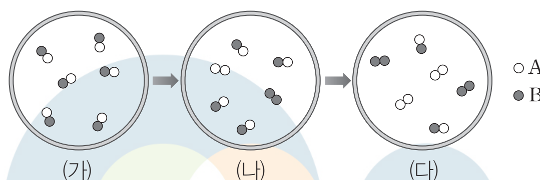
ㄱ. (가)와 (나)의 혼합 용액의 pH는 2이다.
ㄴ. (다)에서 $HC(aq)$의 몰 농도는 0.1 M이다.
ㄷ. $NaC(aq)$에서 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}>1$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6066-0328

그림은 반응 $2AB(g) \rightleftharpoons A_2(g)+B_2(g)$에 대하여 강철 용기에 $AB(g)$를 넣고 반응시켰을 때 시간에 따라 용기에 들어 있는 분자들을 모형으로 나타낸 것이다. (다) 이후에 각 물질들의 농도는 일정하게 유지된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, A, B는 임의의 원소 기호이다.)

보기

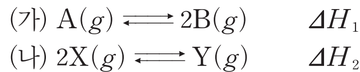
ㄱ. 평형 상수(K)는 1이다.
ㄴ. (나)에서 (다)로 진행될 때 정반응 속도가 역반응 속도보다 빠르다.
ㄷ. (가)에서 $AB(g)$ 몰수를 2배로 하면, 평형 상수가 2배가 된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

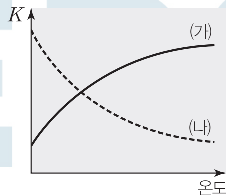
13

6066-0329

다음은 2가지 반응 (가), (나)의 열화학 반응식이다.


(가) $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ ΔH_1
(나) $2X(g) \rightleftharpoons Y(g)$ ΔH_2

그림은 (가), (나)에 대하여 온도에 따른 평형 상수(K)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ΔH_1은 ΔH_2보다 크다.
ㄴ. (가)에서 온도를 낮추면 역반응의 속도는 증가한다.
ㄷ. (나)에서 온도를 높이면 정반응이 우세하게 진행되어 평형에 도달한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6066-0330

표는 25°C에서 3가지 산 또는 염기 수용액에 대한 자료이다. 25°C에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.

산 또는 염기 수용액	몰 농도 (M)	산 또는 염기의 이온화도(α)	용액의 pH
$HA(aq)$	1	0.01	
$HB(aq)$	0.1		1
$MOH(aq)$	0.1		11

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

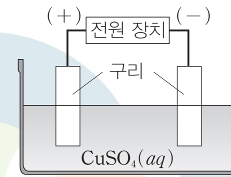
ㄱ. 이온화도는 HA와 MOH가 같다.
ㄴ. $MOH(aq)$ 100 mL에 $HB(aq)$ 50 mL를 넣은 용액의 pH는 25°C에서 8이다.
ㄷ. $HA(aq)$ 100 mL에 1 M $NaOH(aq)$ 100 mL를 넣은 용액의 pH는 25°C에서 7이다.

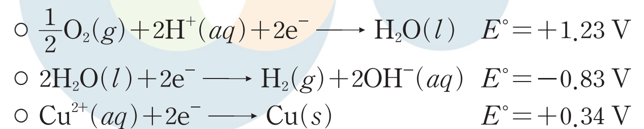
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

6066-0331

다음은 황산 구리($CuSO_4$) 수용액을 구리 전극을 이용하여 전기 분해하는 장치와 25°C에서 이와 관련된 반쪽 반응의 표준 환원 전위($E°$)를 나타낸 것이다. 이 장치에 1 A의 전류를 965초 동안 흘려 주었다.




○ $\frac{1}{2}O_2(g)+2H^+(aq)+2e^- \longrightarrow H_2O(l)$ $E°=+1.23$ V
○ $2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$ $E°=-0.83$ V
○ $Cu^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Cu(s)$ $E°=+0.34$ V

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Cu의 원자량은 64이고, 1 F=96500 C이며, 용액의 온도는 일정하다.) [3점]

보기

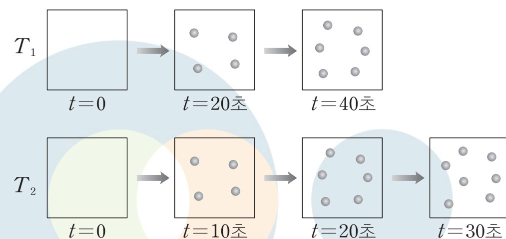
ㄱ. (+)극에서 산소 기체가 발생한다.
ㄴ. (−)극에서 석출된 Cu의 질량은 0.64 g이다.
ㄷ. 수용액의 pH는 일정하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

16

6066-0332

그림은 반응 $2A(g) \longrightarrow B(g)$에 대하여 온도 T_1과 T_2에서 부피가 같은 두 강철 용기에 $A(g)$를 각각 넣고 반응시켰을 때 용기에 들어 있는 B 분자만을 모형으로 나타낸 것이다. 이 반응은 T_1과 T_2에서 반감기가 각각 20초와 10초인 A에 대한 1차 반응이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, T_1, T_2에서 각각 반응 전과 후의 온도는 같다.) [3점]

보기

ㄱ. $t=0$일 때 용기 내 기체의 압력은 T_1과 T_2일 때가 같다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 T_2일 때가 T_1일 때보다 크다.
ㄷ. 반응의 활성화 에너지는 T_2일 때가 T_1일 때보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

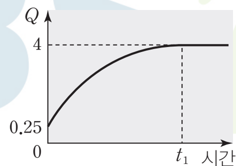
6066-0333

다음은 온도 T_1에서 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식과 평형 상수(K)이다.



표는 온도 T_1에서 이 반응에 대한 실험 (가)와 (나)에서 A~C의 초기 농도를, 그림은 (가)와 (나) 중 하나의 시간에 따른 반응 지수(Q)를 나타낸 것이다.

실험	초기 농도(M)		
	A	B	C
(가)	4	4	㉠
(나)	1	2	4



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T_1으로 일정하다.) [3점]

보기
ㄱ. 그림은 (가)에 해당한다.
ㄴ. ㉠은 4이다.
ㄷ. t_1에서 [C]=4 M이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

6066-0334

표는 25℃에서 3가지 산화 환원 반응에 대한 표준 전지 전위의 절댓값($|E°_{전지}|$)과 자유 에너지 변화($\Delta G°$)의 부호를 나타낸 것이다. $A^+(aq)+e^- \longrightarrow A(s)$ 반응의 표준 환원 전위($E°$)는 +0.80 V이다.

산화 환원 반응	$\|E°_{전지}\|$ (V)	$\Delta G°$의 부호
$2A(s)+B^{2+}(aq) \longrightarrow 2A^+(aq)+B(s)$	1.56	(+)
$C(s)+2A^+(aq) \longrightarrow C^{2+}(aq)+2A(s)$	1.06	(가)
$C(s)+B^{2+}(aq) \longrightarrow C^{2+}(aq)+B(s)$	0.50	(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. (가)와 (나)의 부호는 같다.
ㄴ. 금속의 반응성은 B>C>A이다.
ㄷ. $C^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow C(s)$ 반응의 표준 환원 전위($E°$)는 +1.86 V이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

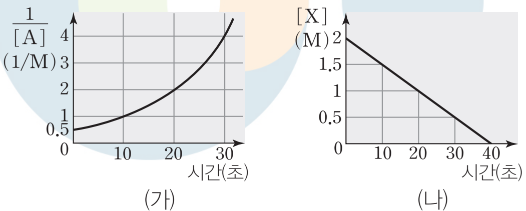
19

6066-0335

다음은 2가지 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 반응 $A(g) \longrightarrow 2B(g)$에서 반응 시간에 따른 $\frac{1}{[A]}$을, (나)는 반응 $X(g) \longrightarrow Y(g)$에서 반응 시간에 따른 [X]를 나타낸 것이다. B와 Y의 초기 농도는 각각 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

보기
ㄱ. 초기 농도는 A와 X가 같다.
ㄴ. (가)와 (나)에서 모두 반응의 반감기가 일정하다.
ㄷ. (가), (나)에서 각각 반응 시간이 20초일 때, [B]는 [Y]의 2배이다.

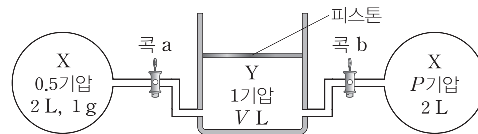
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

6066-0336

다음은 반응 $2X(g)+Y(g) \longrightarrow 2Z(g)$와 관련된 실험이다.

[실험 과정]
(가) 그림과 같이 Y(g)가 들어 있는 실린더 양쪽에 X(g)가 들어 있는 두 강철 용기를 콕으로 각각 연결한다.



(나) 콕 a를 열어 반응이 완결된 후 실린더의 부피를 측정한다.
(다) 콕 a가 열린 상태에서 콕 b를 열어 반응이 완결된 후에 실린더와 두 용기 전체에 들어 있는 기체의 몰수 비와 질량을 측정한다.

[실험 결과]
○ (나)에서 실린더의 부피는 0.5 L이었다.
○ (다)에서 기체의 몰수 비는 X : Z=1 : 4이고, 기체의 총 질량은 37 g이었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 대기압과 반응 전과 후의 온도는 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.) [3점]

보기
ㄱ. V=2이다. ㄴ. P=2이다.
ㄷ. 분자량 비는 X : Z=1 : 9이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점입니다.

01

6066-0337

다음은 미래 에너지원에 대한 설명이다.

> 물의 광분해로 얻을 수 있는 (가) 은/는 청정 연료로서 단위 질량당 에너지 생산량이 크지만, 저장과 운반이 어렵다.

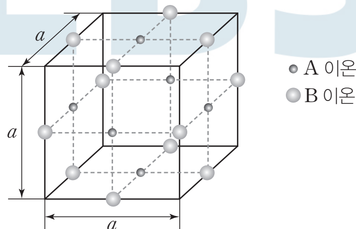
(가)로 가장 적절한 것은?

① 헬륨 ② 수소 ③ 탄소
④ 산소 ⑤ 질소

02

6066-0338

그림은 화합물 (가)의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다. 모형에서 단위세포는 한 변의 길이가 a인 정육면체이다.



(가)의 화학식은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

① AB ② AB_2 ③ AB_3
④ A_2B ⑤ A_2B_3

03

6066-0339

표는 X 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료의 일부이다. X의 화학식량은 40이다.

수용액	X의 질량(g)	물의 질량(g)	몰랄 농도(m)
(가)	20	200	
(나)		500	2.5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 같다.)

보기
ㄱ. (가)의 퍼센트 농도는 10%이다.
ㄴ. (나)의 질량은 600 g이다.
ㄷ. (가)와 (나)의 몰 농도는 같다.

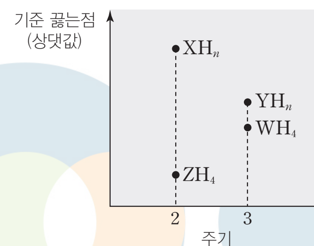
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0340

다음은 2~3주기 비금속 원소의 수소 화합물 XH_n, YH_n, ZH_4, WH_4에 대한 자료이다.

- X와 Y는 같은 족 원소이고, Z와 W는 같은 족 원소이다.
- XH_n, YH_n, ZH_4, WH_4의 주기에 따른 기준 끓는점



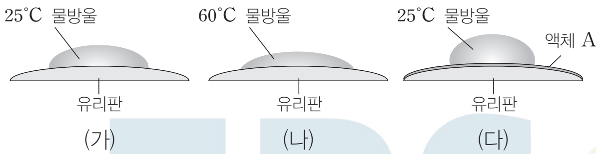
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. XH_n은 수소 결합을 한다.
ㄴ. 분산력은 WH_4이 ZH_4보다 크다.
ㄷ. 쌍극자·쌍극자 힘은 YH_n이 WH_4보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05
6066-0341

그림 (가)~(다)는 유리판에 물방울을 떨어뜨렸을 때 물방울의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 물의 표면 장력은 25℃에서가 60℃에서보다 크다.
ㄴ. 물과 유리 사이에 작용하는 힘은 물과 액체 A 사이에 작용하는 힘보다 크다.
ㄷ. (다)에서 25℃ 물방울 대신 60℃ 물방울을 떨어뜨리면 물방울의 모양은 더 납작해진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06
6066-0342

다음은 CH_4의 연소 반응의 열화학 반응식이다.

$$CH_4(g)+2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)+2H_2O(l) \quad \Delta H<0$$

표는 25℃에서 몇 가지 물질의 분해 엔탈피를 나타낸 것이다.



물질	$CH_4(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$
분해 엔탈피 (ΔH, kJ/몰)	ΔH_1	ΔH_2	ΔH_3

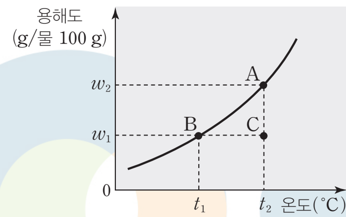
25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기
ㄱ. $H_2O(l)$의 생성 엔탈피(ΔH)는 $-2\Delta H_3$ kJ/몰이다.
ㄴ. C(s, 흑연)의 연소 엔탈피(ΔH)는 $-\Delta H_2$ kJ/몰이다.
ㄷ. $\Delta H_1<\Delta H_2+2\Delta H_3$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07
6066-0343

그림은 X 수용액 A~C를 X(s)의 용해도 곡선에 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

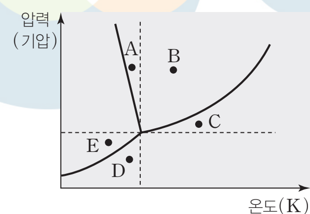
보기
ㄱ. A는 용해 속도와 석출 속도가 같다.
ㄴ. 몰랄 농도 비는 A : C $=w_2 : w_1$이다.
ㄷ. 퍼센트 농도는 B와 C가 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08
6066-0344

다음은 H_2O의 상태 변화 실험과 H_2O의 상평형 그림이다.

[실험 Ⅰ]
P_1기압에서 H_2O의 온도를 낮추면 H_2O은 액체 상태에서 고체 상태로 변한다.
[실험 Ⅱ]
T_1 K에서 H_2O의 압력을 낮추면 $H_2O(g) \longrightarrow H_2O(s)$ 반응의 자유 에너지 변화(ΔG)의 부호는 (−)에서 (+)로 변한다.



A~E 중 T_1 K, P_1기압의 H_2O로 가장 적절한 것은?

① A ② B ③ C
④ D ⑤ E

09

6066-0345

표는 1기압에서 일정한 질량의 물에 용질 A와 B를 녹인 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	용질의 질량(g)		끓는점 오름 (℃)
	A	B	
(가)	w	$2w$	$4a$
(나)	$2w$	w	$5a$
(다)	$2w$	$2w$	x

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이고 서로 반응하지 않는다.)

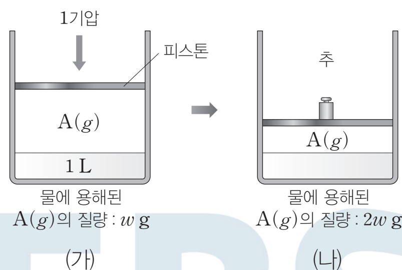
보기
ㄱ. 어는점은 (가)가 (나)보다 높다.
ㄴ. 분자량은 A가 B보다 크다.
ㄷ. $x=6a$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6066-0346

그림 (가)는 1기압에서 물 1 L가 들어 있는 실린더에 $A(g)$ n몰을 넣어 평형에 도달한 것을, (나)는 (가)에서 피스톤에 추를 올려놓고 평형에 도달한 것을 물에 용해된 $A(g)$의 질량과 함께 나타낸 것이다. 온도는 t℃로 일정하고 t℃에서 물의 수증기압은 a기압이며, $A(g)$는 헨리 법칙을 따른다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 부피 변화와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.) [3점]

보기
ㄱ. 추의 압력은 $(1-a)$기압에 해당한다.
ㄴ. 실린더 내 기체의 부피는 (가)가 (나)의 2배보다 크다.
ㄷ. (나)에서 실린더에 $A(g)$ n몰을 더 넣으면 물에 용해된 $A(g)$의 질량은 $3w$ g이다.

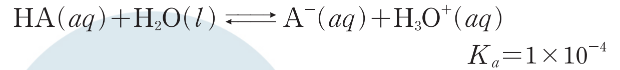
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

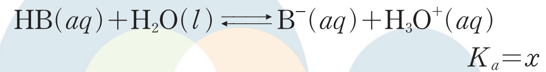
6066-0347

다음은 25℃에서 약산 $HA(aq)$, 약산 $HB(aq)$과 관련된 자료이다.

- $HA(aq)$과 $HB(aq)$의 이온화 반응식과 이온화 상수는 다음과 같다.

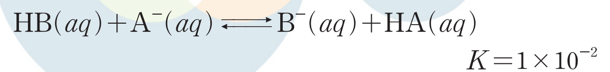


$HA(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons A^-(aq)+H_3O^+(aq)$ $K_a=1\times10^{-4}$



$HB(aq)+H_2O(l) \rightleftharpoons B^-(aq)+H_3O^+(aq)$ $K_a=x$

- $HA(aq)$과 $HB(aq)$을 혼합한 수용액에서 평형 반응식과 평형 상수는 다음과 같다.



$HB(aq)+A^-(aq) \rightleftharpoons B^-(aq)+HA(aq)$ $K=1\times10^{-2}$

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

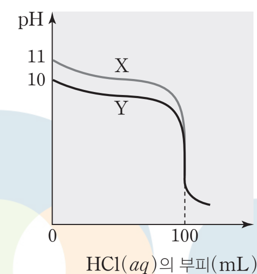
보기
ㄱ. 염기의 세기는 A^-이 B^-보다 크다.
ㄴ. 0.01 M $HB(aq)$의 pH는 4이다.
ㄷ. 0.1 M $HA(aq)$ 100 mL에 0.1 M $HB(aq)$ 100 mL를 혼합하면 A^-의 몰수는 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

6066-0348

그림은 25℃에서 약염기 $X(aq)$ 100 mL와 약염기 $Y(aq)$ 100 mL를 0.1 M $HCl(aq)$로 각각 적정한 중화 적정 곡선을 나타낸 것이다.



25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.) [3점]

보기
ㄱ. $X(aq)$에서 X의 이온화도(α)는 0.01이다.
ㄴ. 짝산의 이온화 상수(K_a)는 X가 Y보다 크다.
ㄷ. 중화점에서 pH는 $Y(aq)$이 $X(aq)$보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13

6066-0349

표는 25°C에서 금속 A~C와 관련된 반쪽 반응과 표준 환원 전위($E°$)이다.

반쪽 반응	$E°$
$A^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow A(s)$	-0.76 V
$B^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow B(s)$	$+0.34$ V
$C^{+}(aq)+e^- \longrightarrow C(s)$	$+0.80$ V

25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. A~C 중 $HCl(aq)$에 넣었을 때 $H_2(g)$를 생성하는 금속은 2가지이다.
ㄴ. A와 C의 반쪽 전지로 이루어진 화학 전지의 표준 전지 전위($E°_{전지}$)는 1.56 V이다.
ㄷ. $B^{2+}+2C \longrightarrow B+2C^+$ 반응의 자유 에너지 변화($\Delta G°$)는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

6066-0350

표는 t°C에서 일정한 질량의 물에 A와 B를 녹인 수용액에서 용질의 질량에 따른 증기 압력에 대한 자료이다. 수용액은 라울 법칙을 따른다.

구분	수용액	용질의 질량(g)	
		w	$3w$
증기 압력 (기압)	$A(aq)$	P_1	$23P_2$
	$B(aq)$	$27P_2$	P_1

t°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 비휘발성, 비전해질이다.) [3점]

보기

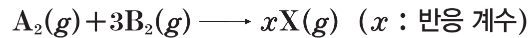
ㄱ. 분자량은 B가 A보다 크다.
ㄴ. 증기 압력이 P_1인 $A(aq)$에서 물의 몰수는 A의 15배이다.
ㄷ. 물의 증기 압력은 $\frac{16}{15}P_1$기압이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

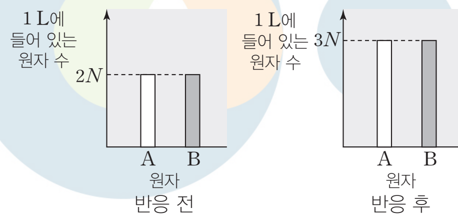
15

6066-0351

다음은 $A_2(g)$와 $B_2(g)$가 반응하여 $X(g)$를 생성하는 화학 반응식이다.



그림은 실린더에 $A_2(g)$와 $B_2(g)$를 넣고 1가지 물질이 모두 소모될 때까지 자발적으로 반응이 일어났을 때, 반응 전과 후 실린더 속 기체 1 L에 들어 있는 A와 B의 원자 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 압력은 일정하고, A와 B는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

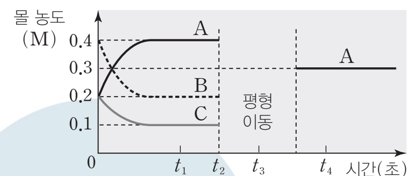
보기

ㄱ. 기체의 부피는 반응 후가 반응 전의 $\frac{3}{2}$배이다.
ㄴ. 반응 엔트로피(ΔS)는 0보다 크다.
ㄷ. 반응이 일어나면 계의 엔탈피는 감소한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[16－17] 다음의 어떤 화학 반응에 대한 자료를 이용하여 물음에 답하시오.

- 화학 반응식에 포함된 반응물과 생성물은 $A(g)$~$C(g)$이다.
- 그림은 T_1 K에서 강철 용기에 $A(g)$~$C(g)$를 넣고 평형에 도달한 후 t_2초에서 온도를 $2T_1$ K으로 높여 새로운 평형에 도달하였을 때, 시간에 따른 $A(g)$~$C(g)$의 농도를 나타낸 것이다. 새로운 평형에서 A의 농도만 나타내었다.



- 정반응의 자유 에너지 변화(ΔG)는 t_1초일 때가 t_3초일 때보다 크다.

16

6066-0352

제시된 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 반응물은 $A(g)$이다.
ㄴ. 정반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 0보다 크다.
ㄷ. t_1초에서 평형 상수(K)는 40이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

6066-0353

t_1초일 때 용기 속 기체의 압력(P_1)과 t_4초일 때 용기 속 기체 압력(P_2) 비 $P_1 : P_2$는?

	$P_1 : P_2$		$P_1 : P_2$
①	4 : 9	②	5 : 11
③	6 : 13	④	7 : 15
⑤	14 : 15		

18

6066-0354

다음은 T K에서 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식과 실험이다.

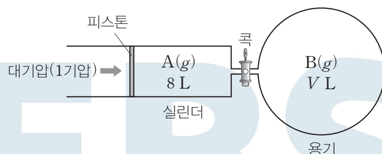
[화학 반응식]



$$A(g)+bB(g) \longrightarrow cC(g)\ (b,\ c : \text{반응 계수})$$

[실험 과정]

(가) 그림과 같은 장치에 $A(g)$와 $B(g)$를 넣는다.



(나) 콕을 열고 피스톤을 눌러 $A(g)$의 일부를 반응 용기에 넣은 후 콕을 닫는다.

(다) 반응 용기에서 $A(g)$와 $B(g)$의 반응을 완결시킨 후 충분한 시간이 흘렀을 때, 시간, 실린더 속 $A(g)$의 부피, 반응 용기 속 전체 기체의 압력을 측정한다.

(라) 과정 (나)~(다)를 반복한다.

[실험 결과]

○ 시간에 따른 실린더 속 $A(g)$의 부피와 반응 용기 속 기체의 압력

시간(분)	0	t_1	t_2	t_3
$A(g)$의 부피(L)	8	7	5	3
기체의 압력(기압)	P	P	$\frac{5}{4}P$	$\frac{7}{4}P$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 대기압은 일정하고 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

보기

ㄱ. t_2분일 때 반응 용기에 들어 있는 기체는 A와 C이다.
ㄴ. $b+c=3$이다.
ㄷ. t_1분일 때 C의 부분 압력은 $\frac{1}{2}P$기압이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

6066-0355

다음은 A가 분해되는 열화학 반응식과 반응 속도 실험이다.

[열화학 반응식]



$$A(g) \rightleftharpoons 2B(g) \quad \Delta H$$

[실험 Ⅰ]

T_1 K에서 1 L의 용기에 $A(g)$ a몰을 넣고 반응시키면서 $B(g)$의 농도를 측정한다.

[실험 Ⅱ]

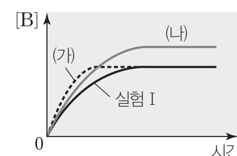
T_2 K에서 1 L의 용기에 $A(g)$ a몰을 넣고 반응시키면서 $B(g)$의 농도를 측정한다.

[실험 Ⅲ]

T_1 K에서 1 L의 용기에 $A(g)$ a몰과 촉매를 넣고 반응시키면서 $B(g)$의 농도를 측정한다.

[실험 결과]

○ 실험 Ⅰ~Ⅲ에서 시간에 따른 $B(g)$의 농도는 그림과 같다. (가)와 (나)는 각각 실험 Ⅱ, 실험 Ⅲ 중 하나에 해당한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. (가)는 실험 Ⅲ에 해당한다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 T_2에서가 T_1에서보다 크다.
ㄷ. ΔH는 0보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

20

6066-0356

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식이다.



$$A(g)+2B(g) \longrightarrow C(g)$$

표는 3개의 용기에 $A(g)$와 $B(g)$를 넣고 반응시켰을 때 반응 속도에 대한 자료이다. P_A와 P_B는 각각 $A(g)$와 $B(g)$의 부분 압력이고, 실험 Ⅰ~Ⅲ에서 반응 후 용기에 들어 있는 기체는 A와 C이다.

실험	용기 부피(L)	반응 전 부분 압력 비 $(\frac{P_B}{P_A})$	반응 후 전체 기체의 몰수	초기 반응 속도(상댓값)
Ⅰ	2 L	1	$8N$	a
Ⅱ	2 L	$\frac{3}{2}$	$8N$	a
Ⅲ	1 L	1	$6N$	$\frac{3}{2}a$

이 반응의 반응 속도식은? (단, 온도는 일정하고, k는 반응 속도 상수이다.) [3점]

① $v=k$ ② $v=k[A]$ ③ $v=k[B]$
④ $v=k[A][B]$ ⑤ $v=k[A][B]^2$

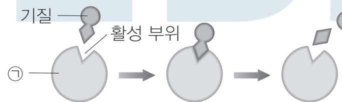
문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점입니다.

01

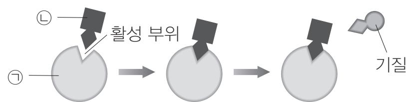
6066-0357

다음은 효소 반응 저해 원리에 대한 설명이다.

(가) 사람의 몸 안에서 병균이나 암세포를 증식시키는 (㉠)이/가 관여한다.



(나) ㉠의 활성 부위에 결합하는 기질과 경쟁적으로 결합할 수 있는 (㉡)을/를 투여하면 ㉠의 작용을 억제할 수 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기

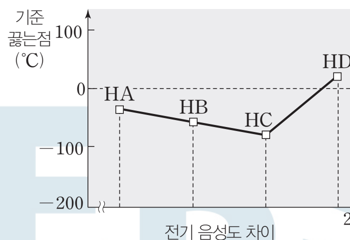
ㄱ. ㉠은 기질 특이성을 갖는다.
ㄴ. ㉡은 저해제이다.
ㄷ. ㉡은 모든 효소에 효과가 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

6066-0358

그림은 할로젠화 수소의 기준 끓는점과 구성 원소의 전기 음성도 차이를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

보기

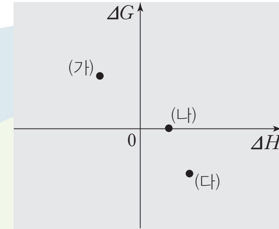
ㄱ. 분산력은 HA>HC이다.
ㄴ. 액체 상태에서 분자 사이의 힘은 HD>HB이다.
ㄷ. HD가 HA보다 끓는점이 높은 이유는 수소 결합 때문이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

6066-0359

그림은 1기압, T K에서 어떤 가역 반응 (가)~(다)의 반응 엔탈피(ΔH)와 자유 에너지 변화(ΔG)를 나타낸 것이다.



T K에서 (가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, ΔS는 반응 엔트로피이다.)

보기

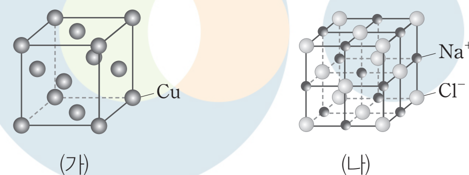
ㄱ. (가)의 정반응이 일어날 때 주위의 엔트로피는 증가한다.
ㄴ. (나)의 온도를 $2T$ K으로 높여 주면 정반응의 $\Delta G<0$이다.
ㄷ. (다)는 $|\Delta H|>|T\Delta S|$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

6066-0360

그림은 구리(Cu)와 염화 나트륨(NaCl)의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



(가) (나)

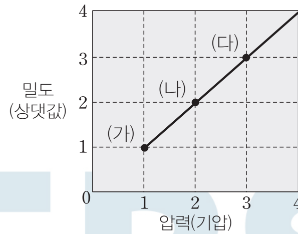
(가)에서 Cu를 둘러싸고 있는 가장 인접한 Cu 입자 수(a)와 (나)에서 단위세포 속에 들어 있는 Na^+ 수(x)로 옳은 것은?

	a	x		a	x
①	6	1	②	8	2
③	8	4	④	12	2
⑤	12	4			

05

6066-0361

그림은 t℃에서 질량이 w인 기체 X의 압력과 밀도(상댓값)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

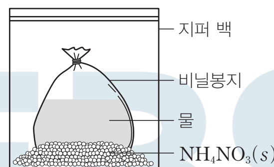
ㄱ. 기체의 부피는 (가)가 (다)의 3배이다.
ㄴ. 기체 분자의 평균 운동 속력은 (나)가 (가)의 2배이다.
ㄷ. t℃, 1기압에서 질량이 $2w$인 기체 X의 밀도는 (가)와 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

6066-0362

그림은 물이 들어 있는 밀봉된 비닐봉지와 질산 암모늄(NH_4NO_3)을 지퍼 백에 넣은 것을 나타낸 것이다.



물이 든 비닐봉지를 터뜨렸더니 NH_4NO_3이 녹으면서 차가워졌을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $\Delta G<0$이다.
ㄴ. $\Delta H_{계}>0$이다.
ㄷ. $|\Delta S_{계}|>|\Delta S_{주위}|$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

6066-0363

다음은 실험실에 남아 있는 2가지 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 이용하여 x M NaOH(aq)을 만드는 실험이다.

(가) 4% NaOH(aq) 100 g이 들어 있는 비커에 0.5 M NaOH(aq) 100 mL를 넣는다.
(나) (가)의 혼합 용액을 500 mL 부피 플라스크에 넣는다.
(다) (나)의 부피 플라스크에 증류수를 더 넣어 표선까지 채운다

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)~(다)에서 NaOH(aq)의 온도는 같고, NaOH의 화학식량은 40이다.) [3점]

보기

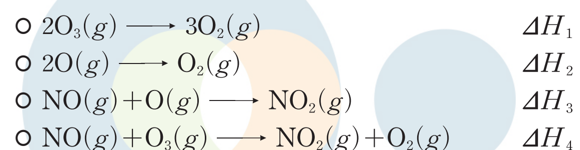
ㄱ. $x=0.3$이다.
ㄴ. (가)에서 사용한 4% NaOH(aq)의 몰랄 농도는 1 m이다.
ㄷ. (나)의 부피 플라스크에 들어 있는 NaOH의 질량은 8 g이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

6066-0364

다음은 4가지 반응의 열화학 반응식이다.



○ $2O_3(g) \longrightarrow 3O_2(g)$ ΔH_1
○ $2O(g) \longrightarrow O_2(g)$ ΔH_2
○ $NO(g)+O(g) \longrightarrow NO_2(g)$ ΔH_3
○ $NO(g)+O_3(g) \longrightarrow NO_2(g)+O_2(g)$ ΔH_4

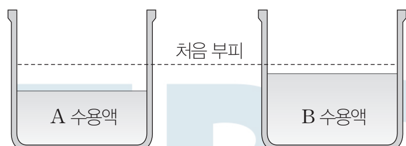
ΔH_4를 구하면?

① $\Delta H_1-\Delta H_2+\Delta H_3$
② $\Delta H_1-\Delta H_2+2\Delta H_3$
③ $\frac{1}{2}(\Delta H_1-\Delta H_2+\Delta H_3)$
④ $\frac{1}{2}(\Delta H_1-\Delta H_2+2\Delta H_3)$
⑤ $\frac{3}{2}(\Delta H_1-\Delta H_2+2\Delta H_3)$

09

6066-0365

그림은 일정한 온도에서 같은 부피의 A 수용액과 B 수용액을 일정한 시간 동안 놓아두었을 때 시간이 지난 후 수용액의 부피가 줄어든 모습을 나타낸 것이다.



물이 증발되기 전 처음 상태의 A 수용액과 B 수용액을 비교한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 비휘발성, 비전해질이다.)

보기

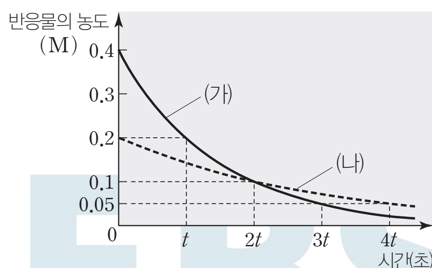
ㄱ. 수용액의 끓는점 : A 수용액 > B 수용액
ㄴ. 수용액의 증기 압력 : A 수용액 > B 수용액
ㄷ. 수용액의 몰랄 농도 : A 수용액 > B 수용액

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

6066-0366

그림은 기체 A의 분해 반응 (가)와 기체 B의 분해 반응 (나)에서 시간에 따른 A(*g*)와 B(*g*)의 농도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)의 온도는 일정하다.) [3점]

보기

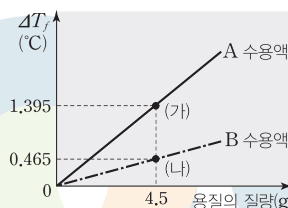
ㄱ. (가)와 (나)는 모두 1차 반응이다.
ㄴ. 반응물의 초기 농도가 0.1 M일 때 초기 반응 속도는 (가)와 (나)가 같다.
ㄷ. $6t$초에서 반응물의 농도는 (나)에서가 (가)에서의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

6066-0367

그림은 물 100 g에 비휘발성, 비전해질인 용질 A와 B를 각각 녹여 만든 수용액에서, 녹인 용질의 질량에 따른 어는점 내림(ΔT_f)을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 몰랄 내림 상수(K_f)는 1.86 ℃/m이고, 몰랄 오름 상수(K_b)는 0.52 ℃/m이다.)

보기

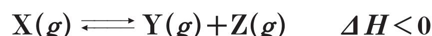
ㄱ. 화학식량은 B가 A의 3배이다.
ㄴ. 25℃에서 증기압력 내림(ΔP)은 (나)가 (가)보다 크다.
ㄷ. 물 100 g에 A 1.5 g과 B 4.5 g을 모두 녹인 혼합 수용액의 끓는점은 100.26℃이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

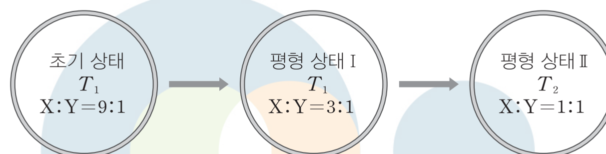
6066-0368

다음은 X가 분해되어 Y, Z가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



$$X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(g) \quad \Delta H < 0$$

그림은 X와 Y가 들어 있는 강철 용기에서 X의 분해 반응이 일어날 때 초기 상태, 평형 상태 Ⅰ, Ⅱ에서 온도와 X와 Y의 질량비를 나타낸 것이다. X의 분자량은 Y의 3배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

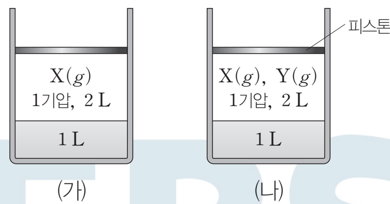
ㄱ. $T_1 > T_2$이다.
ㄴ. 평형 상태 Ⅰ에서 X와 Y의 몰수는 같다.
ㄷ. Z의 몰 분율은 평형 상태 Ⅱ에서가 평형 상태 Ⅰ에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 6066-0369

그림 (가)와 (나)는 서로 다른 조건에서 동일한 실린더 속에서 기체가 평형을 이루고 있는 모습을 나타낸 것이다. 기체 X와 Y는 헨리 법칙을 따르며, 서로 반응하지 않는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 동일하고, 물의 증기 압력과 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.) [3점]

보기

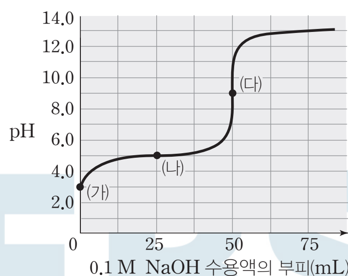
ㄱ. 용해된 X의 몰수는 (가)에서와 (나)에서가 같다.
ㄴ. (가)에서 물의 부피를 2 L로 증가시키면 용해되는 X의 질량은 증가한다.
ㄷ. (나)에서 Y를 제거하면 용해되는 X의 질량은 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶ 6066-0370

그림은 25℃에서 산 $HA(aq)$ 50 mL에 0.1 M 수산화 나트륨($NaOH$) 수용액을 조금씩 넣을 때의 중화 적정 곡선을 나타낸 것이다. 25℃에서 물의 이온곱 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $[HA]_0$는 HA의 초기 농도이다.)

보기

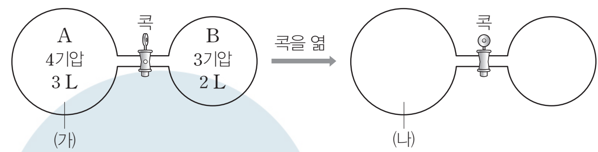
ㄱ. $\frac{[A^-]}{[HA]_0}$는 (나) > (가)이다.
ㄴ. (나)에서 $[HA]=[A^-]$이다.
ㄷ. (다)에서 A^-의 이온화 상수(K_b)는 1×10^{-9}이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶ 6066-0371

그림은 용기에 들어 있는 기체 A, B를 콕을 열기 전의 모습과 콕을 열어 혼합시킨 후 충분한 시간이 흘렀을 때의 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 서로 반응하지 않으며, 온도는 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 콕과 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

보기

ㄱ. 콕을 연 후 혼합 기체의 전체 압력은 (가)의 압력보다 크다.
ㄴ. 용기 속 기체의 분자 수는 (가)가 (나)보다 많다.
ㄷ. (나)에 있는 A의 몰 분율은 $\frac{2}{3}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶ 6066-0372

표는 25℃, 1기압에서 4가지 물질의 반응 엔탈피(ΔH)를 나타낸 것이다.

물질	연소 엔탈피(ΔH) (kJ/몰)	생성 엔탈피(ΔH) (kJ/몰)
$H_2(g)$	a	—
$H_2O(g)$	—	b
$CO_2(g)$	—	c
$C_2H_5OH(l)$	d	e

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $e=2b+3c-d$이다.
ㄴ. $C(s)$의 연소 엔탈피(ΔH)는 c kJ/몰이다.
ㄷ. $H_2O(l)$의 기화 엔탈피(ΔH)는 $(b-a)$ kJ/몰이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶ 6066-0373

다음은 A의 분해 반응의 화학 반응식이다.



$$2A(g) \longrightarrow 2B(g)+C(g)$$

표는 부피가 같은 강철 용기에 $A(g)$를 넣고 반응시켰을 때, $A(g)$의 부분 압력을 나타낸 자료이다. 실험 Ⅰ과 Ⅱ의 온도는 t℃로 일정하고, 실험 Ⅱ에서 촉매를 사용하였다.

실험	$A(g)$의 부분 압력(기압)		
	초기	30초	60초
Ⅰ	$4P$	$2P$	P
Ⅱ	$4P$	P	$\frac{1}{4}P$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. 실험 Ⅱ에서 사용한 촉매는 정촉매이다.
ㄴ. 반응 속도 상수는 실험 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 크다.
ㄷ. 60초일 때 기체의 전체 압력은 실험 Ⅱ에서가 Ⅰ에서의 1.5배이다.

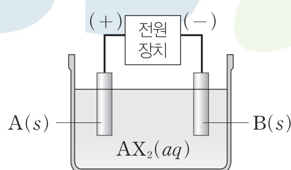
① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶ 6066-0374

그림은 $AX_2(aq)$을 전기 분해하는 장치를 나타낸 것이다. 전기 분해하는 동안 수용액에는 $AX_2(aq)$가 존재한다.

표는 5가지 물질의 표준 환원 전위에 대한 자료이다.



반쪽 반응식	E°(V)
$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \longrightarrow 2H_2O(l)$	+1.23
$X_2(g)+2e^- \longrightarrow 2X^-(aq)$	+1.07
$B^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow B(s)$	+0.76
$A^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow A(s)$	−0.41
$2H_2O(l)+2e^- \longrightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$	−0.83

그림의 장치에 9650초 동안 2 A의 전류를 흘려 주었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B, X는 임의의 원소 기호이며, A와 B의 원자량은 각각 64, 65이고, 1 F는 96500 C이다.) [3점]

보기

ㄱ. (+)극에서 X_2 기체가 발생한다.
ㄴ. (+)극의 질량 감소량과 (−)극의 질량 증가량은 같다.
ㄷ. (−)극에서 석출되는 금속의 질량은 12.8 g이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄱ, ㄷ　④ ㄴ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

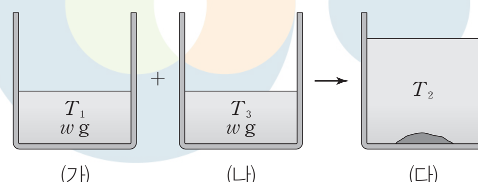
19

▶ 6066-0375

표는 온도에 따른 $X(s)$의 물에 대한 용해도를 나타낸 것이다.

온도(℃)	T_1	T_2	T_3
용해도(g/물 100 g)	20	50	140

그림은 온도가 T_1인 포화 수용액 (가)와 T_3인 포화 수용액 (나)를 같은 질량만큼 혼합하여 수용액 (다)를 만드는 과정을 나타낸 것이다. (다)에서 고체가 석출되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

ㄱ. (다)는 포화 수용액이다.
ㄴ. 수용액에 들어 있는 X의 질량은 (나)에서가 (가)에서의 3배이다.
ㄷ. (다)의 온도를 T_2로 유지할 때, 석출된 X의 질량은 $\frac{1}{8}w$ g이다.

① ㄱ　② ㄷ　③ ㄱ, ㄴ　④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄴ, ㄷ

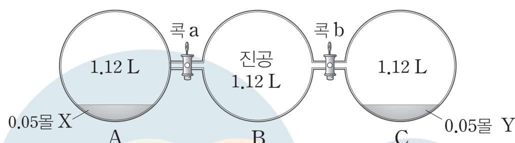
20

▶ 6066-0376

다음은 서로 반응하지 않는 액체 X, Y를 이용한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 −150℃에서 용기 A와 C에 액체 X, Y를 각각 0.05몰씩 넣는다.



(나) 모든 용기의 온도를 0℃까지 올려 준다.
(다) 콕 b를 열고 충분한 시간이 흐를 때까지 방치한다.
(라) 콕 b를 닫은 후, 콕 a를 열고 충분한 시간이 흐를 때까지 방치한다.

[실험 결과]

○ (나)에서 X는 기체 상태이었고, Y의 증기 압력은 0.2기압이었다.

(라)에서 충분한 시간이 흐른 후, 용기 B에 들어 있는 X와 용기 C에 있는 액체 Y의 몰수 비는? (단, 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L이고, 액체의 부피는 무시한다.) [3점]

① 1 : 1　② 3 : 2　③ 5 : 4　④ 5 : 6　⑤ 7 : 3

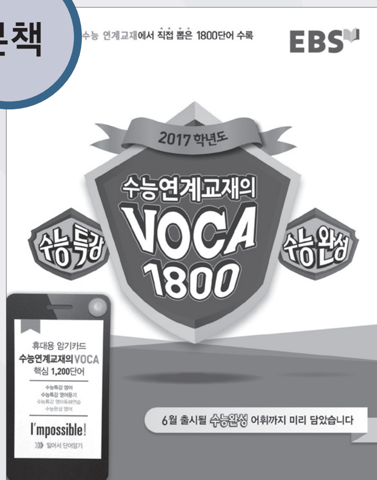
수능연계교재에서 직접 뽑은 핵심 영단어!

『수능 연계교재의 VOCA』

어휘 학습의 핵심은 반복!

본책으로 **1**번, **휴대용 암기카드**로 **2**번, **탁상용 암기장**으로 **3**번 **반복학습**

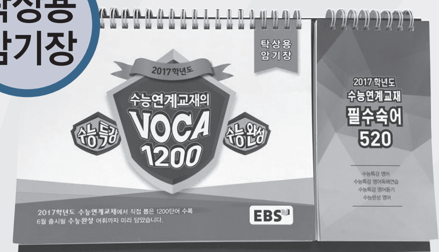
본책



본책부록 단어카드



탁상용 암기장



contemporary

manufacture

current

contain

manufacture

오늘 하루 공부한 단어는
꿈 속에서 마무리..^^~

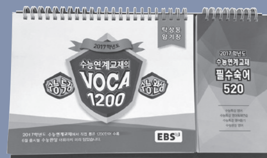
Z z z

집

등교

학교

하교



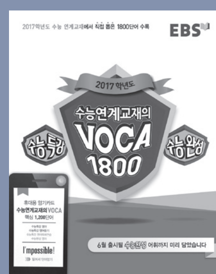
탁상용 암기장으로
오늘 외운 단어를
정리하세요!



휴대용 암기장으로
어제 외운 어휘를
다시 보세요!



휴대용 암기장으로
오늘 배운 어휘를
다시 보세요!



VOCA 1800교재로
새로운 어휘를
공부해보세요!